

NOÉ COMEMORÁVEL DE OLIVEIRA NETO

**DESCONSTRUÇÃO / RECONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DE CALOR E
TEMPERATURA: UM OLHAR SOBRE O ENSINO DE FÍSICA NA
EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS.**

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós - graduação do
Mestrado Nacional Profissional
em Ensino de Física, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015**

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

O48d
2015

Oliveira Neto, Noé Comemorável de, 1983-
Desconstrução / reconstrução dos conceitos de calor e
temperatura : um olhar sobre o ensino de Física na
educação de jovens e adultos / Noé Comemorável de Oliveira
Neto. - Viçosa, MG, 2015.
82f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Inclui anexos.
Orientador : Regina Simplício Carvalho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Referências bibliográficas: f.72-74.

1. Física - Estudo e ensino. 2. Calor. 3. Temperatura.
4. Educação de jovens e adultos. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Física. Programa de
Pós-graduação Nacional em Ensino de Física. II. Título.

CDD 22. ed. 530.07

NOÉ COMEMORÁVEL DE OLIVEIRA NETO

**DESCONSTRUÇÃO / RECONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DE CALOR E
TEMPERATURA: UM OLHAR SOBRE O ENSINO DE FÍSICA NA
EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS.**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós - graduação do
Mestrado Nacional Profissional
em Ensino de Física, para
obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

APROVADA: 15 de outubro de 2015

**Prof. Alexandre Tadeu Gomes de
Carvalho
(COORIENTADOR)**

**Prof. Orlando Pinheiro da
Fonseca Rodrigues
(COORIENTADOR)**

**Prof. Antônio Marcelo Martins Maciel
(Membro da Banca examinadora)**

**Prof. Regina Simpício Carvalho
Orientadora (UFV)**

***Dedico a minha amada
vó Geralda, incansável
incentivadora dos meus estudos.***

***"A alegria não chega apenas no encontro do achado,
mas faz parte do processo da busca.
E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura,
fora da boniteza e da alegria." (Paulo Freire)***

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força e segurança transmitida ao longo dessa luta.

Aos meus pais pelo carinho e dedicação de sempre.

Ao Júnior pela paciência e presença firme nos momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos e sobrinhos, incentivadores incondicionais.

Ao Eflaviano companheiro de batalha.

Aos professores pelo conhecimento compartilhado.

Aos alunos da EJA que tanto se empenharam para o andamento dessa pesquisa.

A minha orientadora Regina, pelas horas de trabalho juntos, pelos fins de semana e feriados sacrificados em função desse trabalho, pelo apoio e carinho fraterno. Sua presença amiga foi a mola propulsora desse projeto.

Aos meus coorientadores, Alexandre e Orlando. Vocês foram peça fundamental em minha formação, jamais esquecerei a forma como enriqueceram-me enquanto profissional.

RESUMO

OLIVEIRA NETO, Noé Comemorável de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2015. **Desconstrução / reconstrução dos conceitos de calor e temperatura: um olhar sobre o ensino de física na educação de jovens e adultos.** Orientadora: Regina Simplício Carvalho. Coorientadores: Alexandre Tadeu Gomes de Carvalho e Orlando Pinheiro da Fonseca Rodrigues.

Aprender física não é tarefa fácil uma vez que é preciso abstração por parte dos alunos para entender o que o material didático e/ou o professor estão lhe apresentando. Quando persiste, nas instituições de ensino, aulas tradicionais, aprender física, bem como as demais ciências, se torna ainda mais difícil. Quando se refere ao ensino de física na Educação de Jovens e Adultos (EJA) a possibilidade de tornar-se um ensino mecânico é ainda maior, uma vez que o fator de restrição do tempo é um agravante no que se refere à construção do conhecimento reflexivo (BIANCHINI, 2011). A proposta desse trabalho foi, além da elaboração e desenvolvimento de uma sequência didática, fazer também uma análise qualitativa do desenvolvimento dos alunos, bem como avivar suas capacidades de debater, expor opiniões e imbricar o conhecimento científico ao cotidiano, buscando assim tornar a aula mais atraente para os mesmos. Para a execução da pesquisa foi escolhida uma turma da EJA de uma escola pública mineira na cidade de Caratinga - MG. A pesquisa teve início quando os alunos estavam cursando o primeiro período do ensino médio e se estenderam até o término da primeira etapa do segundo ano do ensino médio. O tema trabalhado, calor e temperatura, foi selecionado para coincidir com a proposta curricular do segundo ano do ensino médio (EM). Outro fator motivador na escolha do tema é o fato de ser um tópico que possibilita atividades reflexivas, vivências cotidianas e atividades práticas realizáveis em sala de aula, uma vez que a escola não possui laboratório de física. Para o desenvolvimento do material baseou-se na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Segundo esta teoria, para que o aluno desenvolva uma aprendizagem significativa é necessário que ele consiga redefinir as ideias já existentes sobre um determinado assunto, relacionar a nova informação recebida com a informação que já existe e assim esse aluno consegue aplicar o conteúdo ensinado em sua vida de forma prática e o que aprendeu realmente passa a ter significado para ele. Assim, utilizou-se nas aulas atividades investigativas, onde

se busca conhecer o que o aluno já sabe sobre um determinado assunto e partindo desse conhecimento prévio estimula-se questionamentos. Em uma atividade investigativa é importante que o aluno passe pela fase de reflexão crítica sobre a questão proposta, formule uma resposta prévia, exponha essa primeira resposta aos colegas, debata e compartilhe ideias para então formular uma resposta conjunta e consolidar um conhecimento sobre o assunto. Por fim, buscou-se verificar se as atividades propostas permitiram aos alunos entenderem fenômenos físicos presentes em seu cotidiano. A partir dessa análise dos resultados obtidos por diferentes métodos de avaliação observou-se que os alunos da turma em questão possuem muita dificuldade em relacionar fenômenos cotidianos com científicos, possuem pouca disponibilidade de tempo para estudar, mas apresentam genuíno desejo pelo conhecimento. Esses alunos se manifestaram de forma muito positiva em relação às aulas de física, o que por si só caracteriza a relevância da pesquisa.

ABSTRACT

OLIVEIRA NETO, Noé Comemorável de, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, October 2015. **Deconstruction / reconstruction on the concepts of heat and temperature: a look at physics teaching at the youth and adults education.** Advisor: Regina Simplício Carvalho. Co-advisors: Alexandre Tadeu Gomes de Carvalho and Orlando Pinheiro da Fonseca Rodrigues.

Learning Physics is not an easy task once it is necessary from students to have a great abstraction perception in order to understand what the materials and/or the teacher is presenting them. When in mostly normal schools persist traditional classes, learning Physics, like the other sciences, becomes such a harder task. Concerning to Teaching Physics to EJA (Adults and Youths Education), the possibilities of becoming a mechanical teaching is even bigger, once that short time classes is an aggravating factor towards reflexive knowledge development, says BIANCHINI, 2011. The purpose of this work was, besides the development and enforcement of didactic order, to establish qualitatively students development, just as well enliven their capacity at discuss, expose their opinion and bring the scientific knowledge to their daily life, thus trying to make the classes more desirable to them. For this research accomplishment it was selected a public school EJA class adults and youths at the city of Caratinga MG. The activities took place when the students were attending the first level of High School and extended until the end of first stage from High School second year. The selected theme Heat and Temperature was chosen in order to correspond with the second level curricular proposal course of High School second grade. Another main reason to choose this topic is the fact of providing reflexive activities, daily real life activities and practical ones that can be performed inside the classroom, once there isn't a Physics laboratory at school. Material development was based on the meaningful learning theory of David Ausubel. According to this theory, for students develop a significant learning it is necessary that he gets to determine existing ideas about a particular subject, to relate new information to an existing one, so that he can apply the studied content to his daily life, then what he learned will really have a meaning to him. It was used in classes, investigative activities techniques which search to know what the students know about a particular subject and from this previous knowledge to arouse questions. In an

investigating activity it is important that the student overcome the stage of formulating and exposing the answer to his schoolmates and then discuss it in order to cement a knowledge about the subject. Finally, it was checked if the proposal activities allow the students to understand Physical phenomena alive in their daily routine. From the analysis of the obtained results by means of different evaluating methods one infers that the students from the named grade have a great difficult in relating daily life phenomena to scientific ones, they don't have available time to study, nevertheless they revealed an authentic desire for knowledge. They expressed themselves positively towards Physics classes, what by itself, features the concernment of the research.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA.	4
1.1 Aprendizagem significativa.	4
1.2 A Educação de Jovens e Adultos.	5
1.3 As Atividades Investigativas no Processo Ensino e/ou aprendizagem.	7
1.4 Perfil Conceitual.	9
CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA.	11
CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.	13
3.1 Descrição da turma avaliada.	13
3.2 Descrição do material.	17
3.3 Análise de resultados.	19
3.3.1 Análise da aula prática 1- Descrevendo calor e temperatura por meio da sensação de quente e frio.	19
3.3.2 Análise do questionário 1.	24
3.3.3 Análise da aula prática 2 - Termoscópio de Gás.	31
3.3.4 Análise do questionário 2.	33
3.3.5 Análise do questionário 3.	38
3.3.6 Análise da aula prática 3 - Propagação de calor.	43
3.3.7 Análise do questionário 4.	47
3.3.8 Análise do questionário 5.	52
3.3.9 Análise da prova.	56
3.3.10 Análise das questões rejeitadas pelos alunos na resolução da prova.	66
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
REFERÊNCIAS	72
ANEXOS	75

Introdução

Aprender física não é tarefa fácil, pois exige uma boa dose de capacidade de abstração e de conhecimento da linguagem matemática por parte dos alunos. A realidade escolar se contrapõe a essas exigências, as aulas são ofertadas de maneira tradicional e aprender física, bem como as demais ciências, se torna ainda mais difícil, pois o aprendiz assume uma posição de aluno passivo e o professor de detentor do conhecimento. Neste contexto, a disciplina física é apresentada como um aglomerado de formulações matemáticas desconectadas da vivência dos alunos e que, para esses, carece de sentido.

Quando se refere ao ensino de física na Educação de Jovens e Adultos (EJA) a possibilidade do ensino tornar-se mecânico é ainda maior, uma vez que a carga horária de aulas é um fator restritivo para que se alcance a construção do conhecimento reflexivo (BIANCHINI, 2011).

No estado de Minas Gerais, o Ensino Médio (EM) regular é oferecido em três séries, cada uma delas ofertada em um ano escolar de 200 dias letivos, com 5 aulas de 50 minutos por dia, enquanto que na EJA cada período é ofertado em 100 dias letivos, com 4 aulas de 50 minutos diárias. Em ambos os segmentos são destinadas 2 aulas por semana à disciplina de física (MINAS GERAIS, 2013).

O ensino de física ainda encontra outros obstáculos, como a falta de tempo dos alunos para se dedicar a reflexão dos fenômenos estudados e ainda a necessidade de revisão de conceitos básicos do Ensino Fundamental (EF), que muitas vezes já foram esquecidos pelo longo período parado (KRUMMENAUER, 2010).

Diante da reduzida carga horária prevista para a EJA faz-se necessário que professores priorizem alguns conteúdos do Currículo Básico Comum - CBC (MINAS GERAIS, 2007), pois não há tempo suficiente para cumprir toda a proposta. Mas qual tópico priorizar? De que forma trabalhar cada tópico? Nota-se que a maioria dos docentes opta por aquele assunto sobre o qual eles possuem mais afinidade, enquanto que, de acordo com Carvalho (2002), a escolha das atividades deve ser feita com base na realidade dos alunos, dando significado ao que eles utilizam em seu cotidiano.

Freire (1967), afirma ser inadiável e indispensável uma educação a partir da reflexão, tendo como principal função da escola o despertar do pensamento crítico, da capacidade de debater sobre um tema e aplicá-lo para melhorar as condições de vida dos alunos e as condições de sua sociedade.

Knowles, Holton e Swanson (2015), destacam a importância do modelo de aprendizagem experimental de Kolb para a orientação e resolução de problemas por alunos da EJA. Esse modelo, apresentado abaixo (figura 1), destaca a importância da participação dos alunos em novas experiências concretas, a observação e reflexão de tais experiências por diversas perspectivas, a criação de conceitos integrantes que se relacionem com a teoria e por fim, o uso dessas teorias nas tomadas de decisão.

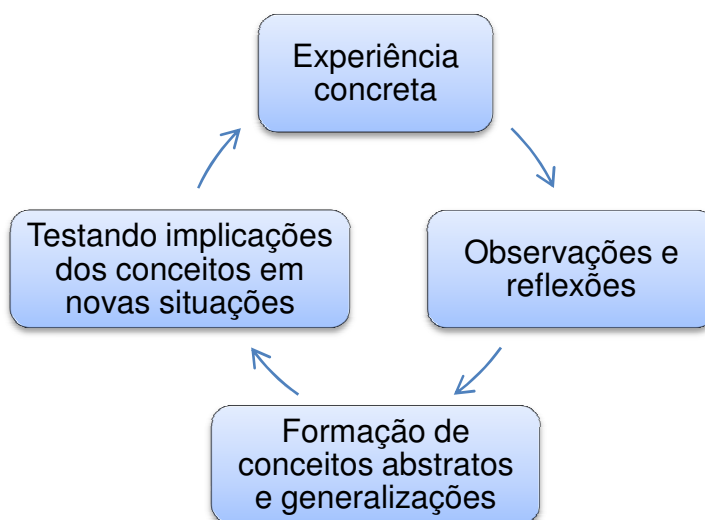


Figura1: Modelo de aprendizagem experimental de Kolb (ref (tradução nossa))

Tendo em conta que trabalho com turmas da EJA em uma escola pública estadual, situada em Caratinga, MG, e aquilo que foi exposto anteriormente, me propus a investigar o processo ensino aprendizagem de calor e temperatura, considerando os seguintes aspectos da realidade do ensino na EJA.

- I) O desinteresse dos alunos da EJA pelas disciplinas de ciências da natureza e conseqüentemente a apatia dos mesmos durante as aulas.
- II) A carência de material didático com linguagem que atenda as características desse público.
- III) O expressivo número de alunos faltosos nas aulas de física.

- IV) A grande quantidade de alunos desistentes ao longo do semestre letivo.

Com esta investigação tive o intuito de melhor compreender o processo de ensino aprendizagem envolvido e assim melhorar minha prática enquanto professor, bem como, eventualmente, oferecer alguma contribuição para o conhecimento desse campo do saber, com a elaboração de uma sequência didática.

Os pressupostos da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel foi utilizada par o desenvolvimento da sequencia. Segundo tal teoria, para que o aluno desenvolva uma aprendizagem significativa é necessário que ele consiga redefinir as ideias já existentes sobre um determinado assunto, relacionar a nova informação recebida com a informação que já existe e assim esse aluno consegue aplicar o conteúdo, o que aprendeu realmente passa a ter significado para ele.

Utilizou-se nas aulas atividades investigativas. Estas atividades buscam conhecer o que o aluno já sabe de um determinado assunto e partindo desse conhecimento prévio levantar questionamentos que despertem nele o desejo de entender melhor o conteúdo aplicando-o ao cotidiano, seja por meio de aulas práticas, debates, rodas de conversas, etc.

A sequência didática buscou-se desenvolver atividades de significado para os alunos, com o objetivo de tornar a EJA mais atraente aos alunos e difundir a cultura científica entre essa população jovem e adulta.

Os resultados dessa investigação estão expostos no presente trabalho que está divido em quatro capítulos além dessa introdução e anexos. O capítulo 1 traz uma revisão da literatura sobre o assunto. Segue, no capítulo 2, a descrição da metodologia utilizada na investigação, no capítulo 3, os resultados e discussão. Nossas considerações finais são apresentadas no capítulo 4 seguido pelos anexos.

Capítulo 1

Revisão de literatura

1.1 A Aprendizagem Significativa

Na EJA é especialmente importante o que o médico psiquiatra, consagrado na psicologia educacional, David Ausubel chama de teoria da aprendizagem significativa. Segundo Moreira (1999), a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante, existente na estrutura cognitiva do indivíduo. São esses aspectos relevantes, denominados por Ausubel subsunçores ou ideias âncoras, que ao interagirem com a nova informação dão significado ao conhecimento adquirido. Portanto, para ter significado real é necessário que exista relação entre o que se ensina e o que o aluno já sabe, pois aprender envolve estender a abrangência e redefinir ideias já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo, permitindo a este relacionar e acessar novas informações.

No entanto, a formação de subsunçores muitas vezes requer que inicialmente ocorra aquilo que Ausubel denominou aprendizagem mecânica, no qual as novas informações são memorizadas de forma aleatória, sem se relacionar com outras ideias existentes. A partir do momento em que tais informações armazenadas mecanicamente, fizerem sentido e o indivíduo conseguir correlacioná-las com outras podemos dizer que a aprendizagem tornou-se significativa e não é mais mecânica (MOREIRA, 1999).

Moreira (1999) também declara que é papel do professor organizar os conceitos do conteúdo a ser ensinado partindo dos menos abrangentes até os mais significantes, identificando os subsunçores relevantes a partir do diagnóstico do que o aluno já sabe, a fim de utilizar recursos e princípios que facilitem aquisição de significância. Para tal, o aluno deve ter uma predisposição ao aprendizado e o material utilizado deve ser potencialmente significativo.

O aluno da EJA possui, pela sua vivência, conhecimento prévio de diversos assuntos, ou seja, possui diversidade de subsunçores e por isso necessita de atividades reflexivas que permitam associações entre o que ele já sabe e o que está aprendendo. Metodologias diferenciadas devem privilegiar a participação ativa do aluno e principalmente considerar a experiência de vida que ele traz e que serve de base para a construção de novos conhecimentos (ESPINDOLA, MOREIRA, 2006).

Silva e Schirlo (2014) refletindo sobre os desafios impostos ao ensino de física na sociedade atual reafirmam o papel da escola na formação do aluno enquanto ser reflexivo, entendendo que os alunos adquirem informações com muita facilidade, e essas se tornam subsunçores para o conhecimento significativo que ele obterá durante as aulas. Os autores indicam a teoria de Ausubel aos professores de física como um estímulo ao desenvolvimento do aluno na sala de aula.

1.2 A Educação de Jovens e Adultos

A EJA visa não apenas reparar um déficit causado pela não escolarização de crianças e adolescentes na idade adequada, mas também dar oportunidade a homens e mulheres de aprimorar o conhecimento adquirido na vida adulta em benefício próprio e da comunidade que o rodeia (OLIVEIRA *et al*, 2012).

Documentos da Secretaria de Educação de Minas Gerais define a EJA como uma oportunidade de reinserção daqueles indivíduos que por motivos diversos não concluíram a educação básica na idade apropriada. Um destes documentos qualifica os cursos EJA como segue:

Curso presencial dos anos finais do Ensino Fundamental, com duração de dois anos letivos, organizados em quatro semestres e do Ensino Médio, com duração de um ano e meio, organizado em três semestres. A idade mínima para matrícula em cursos de Ensino Fundamental e Médio é de 15 e 18 anos respectivamente (MINAS GERAIS, 2013).

Oliveira (2007) e Haddad (2009) relatam que o desenvolvimento dos programas de alfabetização de jovens e adultos no Brasil alternou entre diferentes elementos balizadores. Anteriormente aos governos militares, os

programas da EJA estavam fundamentados na consciência de que alfabetizar adultos tinha especificidade característica do público e das regiões que exigiam o desenvolvimento de propostas adequadas. Porém, de acordo com os autores, a partir do golpe militar a EJA perdeu esse perfil. Os programas, além de apresentarem inadequações curriculares e metodológicas, desconsideravam as especificidades regionais associadas ao perfil socioeconômico-cultural e às necessidades e possibilidades estudantes que buscam completar a educação básica por meio dessa modalidade.

Um agravante aos problemas vivenciados na sala de aula da EJA é o desprezo da bagagem de conhecimento que o aluno jovem e adulto carrega consigo: “Vivências social e cultural dos educandos são ignoradas, mantendo-se nestas propostas a lógica infantil dos currículos destinados às crianças que frequentam a escola regular” (OLIVEIRA, 2007, p. 88).

Freire (2005) ressalta a importância de um trabalho pedagógico ser realizado observando a experiência do aluno de forma que os conteúdos escolares sejam relevantes para a sociedade como um todo. Considera-se que assim a escola será atraente para esse aluno.

Santos (2003) mostra que tão importante quanto estudar a evasão precoce dos alunos da escola regular é estudar o processo de reinserção da pequena parcela de estudantes que retomam os estudos por meio da EJA. A autora alerta em sua pesquisa para o fato de existirem muitos estudos sobre a evasão, mas que pouco se pesquisa sobre os impactos na vida do estudante que retomam os estudos depois de certo tempo afastado.

Teodoro e Jezine (2011) apontam para a crescente recorrência dos jovens a EJA, afirmando que esses são na atualidade o principal público nessa modalidade. Assim, os autores destacam a importância da realidade sociocultural local ser incluída no processo de escolarização desses jovens. Eles assinalam ainda que a EJA na América Latina e Caribenha possui atualmente tanta relevância quanto à educação regular.

O grande desafio imposto a EJA é que se faça uma reformulação ou reconfiguração da modalidade, tornando-a verdadeiramente acessível aos alunos. A real inclusão e recuperação do direito a educação, por esses jovens, só poderá ser considerada de fato, quando o ensino na escola fizer sentido e tiver aplicabilidade em seu cotidiano (TEODORO E JEZINE, 2011).

Por isso, essa pesquisa buscou verificar uma metodologia de ensino por meio da argumentação, como forma de construir o conceito científico de calor e temperatura, aproveitando o conceito prévio do aluno e respeitando sua realidade, pois sabe-se que esse assunto está intimamente ligado ao cotidiano de todos.

1.3 As Atividades Investigativas no Processo Ensino e/ou aprendizagem

A perspectiva teórico-metodológica adotada em um trabalho envolvendo a EJA deve levar em conta fatores como a experiência pessoal, a linguagem e a socialização e como se inter-relacionam com o processo de aprendizagem da Física. Considerando este aspecto, utilizamos nessa pesquisa uma estratégia de ensino defendida por Ana Maria Pessoa de Carvalho (2013) que pressupõe a argumentação. Acredita-se que essa última permite ao aluno um raciocínio crítico sobre fenômenos e fatos além de dar-lhe maior autonomia nas escolhas do dia a dia.

A mesma autora propõe que para uma atividade investigativa ocorrer em sala de aula é necessário que se levante um tema capaz de despertar o interesse dos alunos e que o professor assuma o papel de moderador, produzindo perguntas e deixando os alunos investigarem e criarem suas próprias hipóteses a respeito do tema. Com ideias e hipóteses criadas durante a apresentação aos colegas e ao professor é que o real processo de investigação ocorre, uma vez que os questionamentos e reflexões vão surgir nessa fase.

No contexto de investigação é papel do professor incentivar os alunos na construção de hipóteses e estimular a argumentação para que os próprios alunos construam uma teoria a respeito do fenômeno, pois esse é visível, mas, contudo a teoria que o envolve não é clara para o aluno. Há, portanto, uma mudança de posição em relação ao método tradicional de ensino, onde o aluno recebe a informação de forma passiva ainda que ela quase sempre não produza sentido (CARVALHO, 2013).

Professor e aluno devem ser sujeitos atuantes, a fim de desvendar e conhecer a realidade e assim recriá-la, tornando-se um ser capaz de refazer, sempre que necessário suas reflexões a respeito do assunto (FREIRE, 1987).

Bianchini (2011) reforça a importância da atividade não apenas como instrumento de fixação de uma determinada informação, mas sim como uma aliada na formação de senso crítico, uma vez que durante as investigações científicas o ser aprende a argumentar.

De acordo com Silva e Mounford (2010), as atividades investigativas podem ser apresentadas de formas diversas: estudo de caso, situações-problema, laboratório convencional ou não, etc. O fundamental é que o aprendiz além de refletir sobre o tema passe pelas fases de externar seus conceitos, socializá-los e por fim aperfeiçoá-los no debate com o professor e os colegas.

Um problema evidenciado nesse tipo de atividade é a demanda de tempo.

Para que o efeito do trabalho prático na construção e esquematização teórica dos estudantes seja adequado, os alunos precisam de mais tempo para interagir com as ideias e equipamentos, como também para reflexão e a discussão das atividades desenvolvidas (BIANCHINI, 2011, p. 20).

Silva e Mounford (2010) destacam que o preparo do professor para aulas argumentativas é diferente da aula tradicional, pois a argumentação e os debates são situações mais complexas. Isso retira o professor de sua zona de conforto, de mero transmissor do conhecimento, no entanto sua formação na maioria das vezes tradicional faz com que ele encontre dificuldades em sair dessa posição e modificar sua forma de ensinar.

São as atividades questionadoras que retiram o aluno da posição passiva e o colocam em uma situação reflexiva, trazendo-o assim a uma condição atuante dentro da sala de aula. Evidentemente o simples fato de estar questionando não significa que foi capaz de visualizar todos os conceitos físicos envolvidos na teoria e formular suas definições. A construção do conceito físico é feita em conjunto com os colegas e o professor, fundamentando-se em referências que possuam respaldo da comunidade científica. Porém, se a reflexão não ocorre, se o estudante se posiciona como mero espectador ou reproduzidor de um roteiro fechado, o mesmo não conseguirá formar hipóteses e ter ideias para construir o conceito, passando simplesmente a reproduzir o que encontrou no texto, ainda que não faça nenhum sentido para ele.

Freire (1987) destaca que, se o diálogo entre educador e educando for exclusivamente de narração e dissertação ele não produz reflexão. O autor classifica essa relação como visão bancária da educação, onde o professor deposita a informação e o aluno a recebe sem questionar. Para ele só há autenticidade na informação se houver intercomunicação entre as partes.

Freire ainda coloca que ensinar exige saber escutar, pois é escutando que aprendemos a falar com eles. Afinal, “o educador que escuta aprende a difícil lição de transformar o seu discurso, às vezes necessário, ao aluno, em uma fala com ele” (FREIRE, 2013, p 113).

1.4 Perfil conceitual

A teoria de perfil conceitual defendida por Mortimer (1996), afirma que um conceito aprendido, seja por senso comum ou pela ciência, se em algum momento fez sentido na vida do indivíduo, não deixará de existir ainda que outro, mais pertinente lhe seja apresentado. Isso porque associando a teoria de Ausubel, pode-se dizer que tal conceito tornou-se significativo.

Por isso, Mortimer (1996) afirma que um erro comum nas pesquisas em educação são os pesquisadores pensarem que um conceito prévio deve desaparecer do indivíduo após a inserção do conceito científico. Isso normalmente não ocorre, porque em algum contexto aquela informação possui significado real para quem a utiliza. Então, mesmo que não seja pertinente, por exemplo, na aula de física pode ser pertinente em uma conversa informal com os amigos.

A noção de perfil conceitual estabelece que um único conceito possa estar disperso em vários tipos de pensamentos filosóficos e apresentar características ontológicas também diversas, de forma que qualquer pessoa pode possuir mais de uma forma de compreensão da realidade que poderá ser utilizada em contextos apropriados. Cada zona do perfil corresponde a uma forma de pensar e falar sobre a realidade, que convive com outras formas diferentes num mesmo indivíduo (MORTIMER e AMARAL, 2001).

Mortimer (1996) exemplifica sobre o conceito de calor e temperatura, trabalhados também nessa pesquisa. Diante de situações cotidianas é comum dizer que um agasalho é quente ou que está fazendo frio, sem causar

estranheza. Contudo em um relato científico esses termos não poderiam aparecer. Nesse caso, para uma situação informal eles fazem sentido para quem fala e para quem ouve, não podendo então ser considerado errado.

Sendo assim, o sentido dado nessa pesquisa para a desconstrução / reconstrução dos conceitos de calor e temperatura, leva em consideração as ideias de Mortimer. Não se apresenta desconstrução como algo que deve ser destruído, mas sim desconsertado, desarrumado, argumentado. Assim a função da reconstrução do conceito científico não é eliminar aquele que já existe, mas sim dá sentido mais amplo ao pensamento do discente, para situações formais.

A proposta investigativa desta pesquisa consiste em trabalhar os conceitos de temperatura e calor por meio de atividades investigativas, que levem os alunos a refletirem sobre o tema proposto e permitam que eles formem hipóteses, debatam essas hipóteses e, fundamentados nas discussões, exposições e leituras, cheguem a um conceito que tenha real significado, produzindo assim a chamada aprendizagem significativa.

Capítulo 2

Metodologia

Para a execução da proposta investigativa que delineamos no final do capítulo anterior foi escolhida uma turma do ensino médio da EJA de uma escola pública localizada na cidade de Caratinga - MG.

Caratinga está localizada na região leste do Estado de Minas Gerais, conforme indica o mapa abaixo (figura 2), e segundo dados consolidados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2012 apresentava uma população de aproximadamente 85.000 habitantes, 17 Escolas Públicas de ensino médio que contavam então com 3014 alunos matriculados.

A escola em questão é localizada no centro da cidade e recebe alunos de diversos bairros de Caratinga e de outras cidades vizinhas, principalmente na EJA, pois essa modalidade de ensino é oferecida em poucas escolas da região.

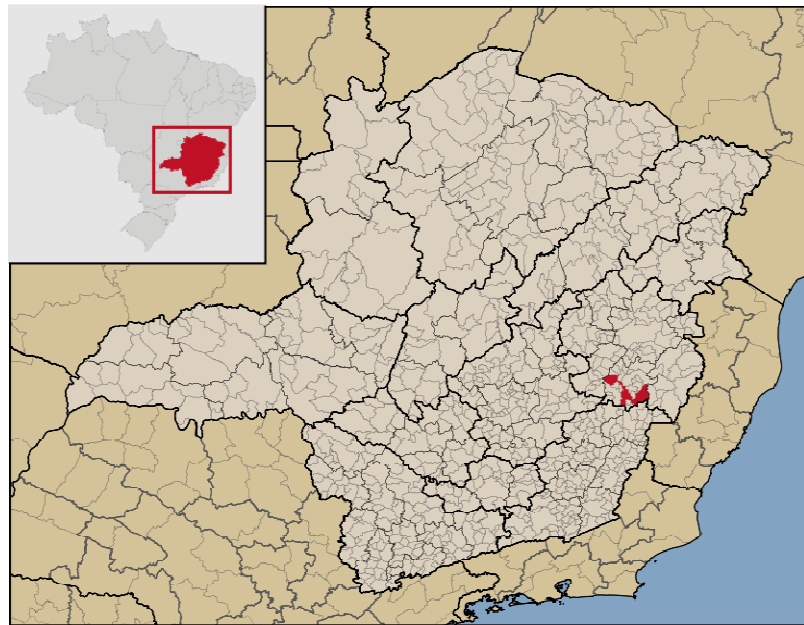


Figura 2: Localização do município de Caratinga no estado de Minas Gerais. Fonte: <http://www.caratinga.mg.gov.br>

As atividades de nossa pesquisa tiveram início no primeiro semestre de 2014, em uma turma com 31 alunos que estavam cursando a primeira série do

ensino médio EJA no turno noturno e se estenderam até outubro do mesmo ano, quando os alunos cursavam a segunda série.

Nossa primeira ação consistiu em apresentar à direção da escola a proposta de trabalho e somente após receber autorização formal, por meio da assinatura de termo de anuência (reproduzido no apêndice A) apresentamos a proposta e o termo consentimento (reproduzido no apêndice B) aos alunos, que em sua totalidade aderiram voluntariamente a essa pesquisa.

Estando todos os envolvidos esclarecidos e de acordo, o estudo foi iniciado com a aplicação de um questionário socioeconômico (reproduzido no apêndice C). Este tinha como objetivo delinear o perfil e o histórico da vida escolar antecedente dos alunos que compunham a turma com vistas a orientar o desenvolvimento do material didático. Os 23 alunos presentes no dia da aplicação, responderam ao questionário e os resultados estão apresentados no capítulo seguinte.

O tema a ser trabalhado, calor e temperatura, foi selecionado para coincidir com a proposta curricular do segundo período do EM (EJA), quando as aulas seriam ministradas. Outro fator motivador na escolha do tema é o fato de ser um tópico que possibilita atividades reflexivas, vivências cotidianas e atividades práticas que podem ser realizadas em sala de aula, uma vez que a escola não possui laboratório de física.

O objetivo principal era produzir e testar um material que servisse de apoio a professores e alunos e ao mesmo tempo fosse provocativo para a realização de debates e associação ao cotidiano, buscando assim sanar ou amenizar os problemas enfrentados.

O material instrucional foi elaborado ao longo do processo, se moldando às necessidades educacionais da turma e aos debates e questionamentos presentes durante as aulas.

As atividades desenvolvidas foram filmadas, fotografadas e gravadas em áudio, como previsto nos termos de consentimento.

Após aplicação da sequência didática, as respostas dos alunos, os debates e as argumentações levantadas durante o processo, e arquivados em forma escrita e áudio-visual, passaram por uma rigorosa análise que buscou identificar os pontos trabalhados que os alunos tiveram mais facilidade bem como os pontos mais frágeis.

Essa análise de resultados é apresentada no próximo capítulo.

Capítulo 3

Resultados e Discussão

3.1 Descrição da turma avaliada.

Avaliou-se, por meio de questionários e de dados fornecidos pela escola, o perfil socioeconômico dos alunos regularmente matriculados na turma, com a finalidade de relacionar esse fator com o retorno dos alunos aos estudos e a opção pela EJA, bem como o tempo disponível para dedicação aos estudos, visando assim elaborar material didático para o ensino de física adequado ao perfil dos alunos (OLIVEIRA NETO, 2015).

A nossa investigação revelou que a faixa etária da turma avaliada vai dos 19 aos 57 anos de idade e que é composta predominantemente por indivíduos do sexo feminino, conforme gráfico 1, que mostra a distribuição percentual por sexo apurada. Esse último aspecto pode estar correlacionado com a maior presença das mulheres no mercado de trabalho e com o maior número de mulheres chefes de família. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE (2010), esse número dobrou no período de 2000 a 2010, fazendo com que um número maior de mulheres buscasse retomar os estudos na expectativa de melhorar as condições sociais.

Sexo dos alunos da EJA na turma investigada.

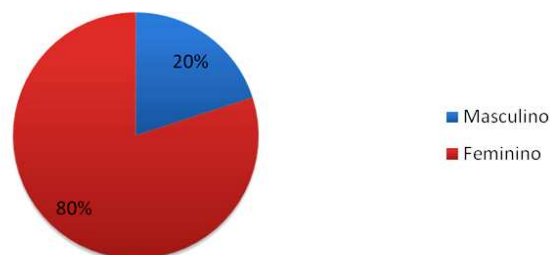


Gráfico 1: Sexo dos alunos da EJA na turma investigada.

Dos 23 respondentes, 22 declararam trabalhar e um se encontrava desempregado naquele momento, certificando que o público da EJA tem tempo reduzido para dedicar-se aos estudos. Esta hipótese é reforçada na questão que se refere à jornada de trabalho semanal, onde 9 declararam trabalhar de 31 a 40 horas semanais, 7 disseram que trabalham mais de 40 horas, 5 afirmam que sua jornada de trabalho é entre 11 e 30 horas e apenas 2 afirmaram não ter jornada fixa de trabalho, uma dona de casa e o desempregado.

Apesar do pouco tempo para se dedicar aos estudos ser um fator que provavelmente causa dificuldades aos alunos, segundo Arroyo (2006), o aluno ingresso na EJA mostra-se dedicado, pois traz consigo vivências que lhe mostraram que sua estabilidade ou ascensão socioeconômica passa pela escola.

Quanto a renda pessoal, 52% afirmam ter renda de até 1 salário mínimo, seguidos de 35% com renda entre 1 e 3 salários, e três sem renda fixa. A faixa de renda verificada esta de acordo com os valores apurados pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2010), que revelou ser a renda per capita do município de 1,16 vezes o valor do salário mínimo da época. Estes valores situam os alunos da EJA pesquisados na base da pirâmide socioeconômica, fato que reforça a hipótese de que este grupo de alunos busca a escolarização como meio de galgar estabilidade ou ascensão socioeconômica.

Os diferentes vínculos empregatícios dos alunos que responderam ao questionário mostraram a heterogeneidade do público da EJA. A maioria declarou ser autônomo, mas foram registrados casos de alunos que trabalham na construção civil, funcionários públicos, comerciários, trabalhadores domésticos, serviços gerais em escolas privadas, no lar e desempregado.

Ainda sobre o emprego, doze alunos disseram que trabalham para ajudar nas despesas da casa, um aluno respondeu que trabalha para sustentar a família, um para custear os estudos e nove afirmaram que trabalham para se manterem independente. Estas respostas revelam a prioridade do trabalho sobre o estudo em face da necessidade de custear as despesas individuais ou familiares.

Perguntamos em que faixa etária começaram a trabalhar, dentre os 23 alunos da EJA respondentes, 9 relataram ter começado a trabalhar antes dos 14 anos de idade, 11 alunos entraram para o mercado de trabalho entre 14 e

16 anos, 2 em idade entre 17 e 18 anos e apenas 1 estudante relatou ter começado a trabalhar após os 18 anos de idade. O gráfico 2 estampa estes resultados em valores percentuais.

Idade com que o aluno começou a trabalhar.

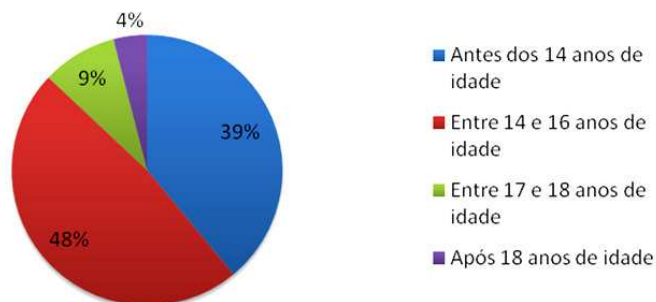


Gráfico 2: Idade em que o aluno da EJA começou a trabalhar.

Os dados anteriores sugerem que o abandono da escola regular pelos alunos que aderem a EJA deveu-se a imperiosa necessidade de trabalhar para garantir o sustento pessoal e familiar, entretanto é preciso apontar que 10 dos respondentes afirmaram que o trabalho não atrapalha os estudos.

Ainda sobre o perfil do aluno da EJA, a média de idade da turma analisada é de 31 anos, valor que segundo censo escolar do INEP (2012) está um pouco acima da média nacional registrada para o Ensino Médio EJA, que é de 28 anos, e um pouco abaixo da registrada para o Ensino Fundamental EJA, que é de 38 anos.

Uma recorrente indagação a respeito dos alunos matriculados no EM (EJA) é que sendo o número de semestres da EJA menor que a do ensino regular, os alunos repetentes desse último poderiam migrar para a EJA com o simples objetivo de alcançar a promoção escolar e isso alteraria o perfil do público alvo desse segmento.

Na turma investigada não se comprovou esse pressuposto, pois quando perguntados a respeito da repetência de série no ensino regular, a maioria dos alunos, 13, afirmou nunca ter repetido e dos 10 que repetiram, 7 foram reprovados apenas uma vez. Somente 3 estudantes repetiram de série mais de uma vez no ensino regular. Este dado revela que os alunos que estão cursando a EJA, não podem ser caracterizados como alunos com alto índice de

repetência que buscam um caminho alternativo e mais rápido para concluir o EM, mas sim como aqueles que em algum momento abandonaram os estudos e agora sentiram a necessidade de retornar a escola para concluir o EM.

Questionados em que período escolar abandonaram o ensino regular, o percentual de alunos que responderam ter deixado a escola entre o 1º e o 5º ano do Ensino Fundamental, entre o 6º e o 9º ano do Ensino Fundamental ou durante o EM, os alunos responderam como sintetizado no gráfico 3.

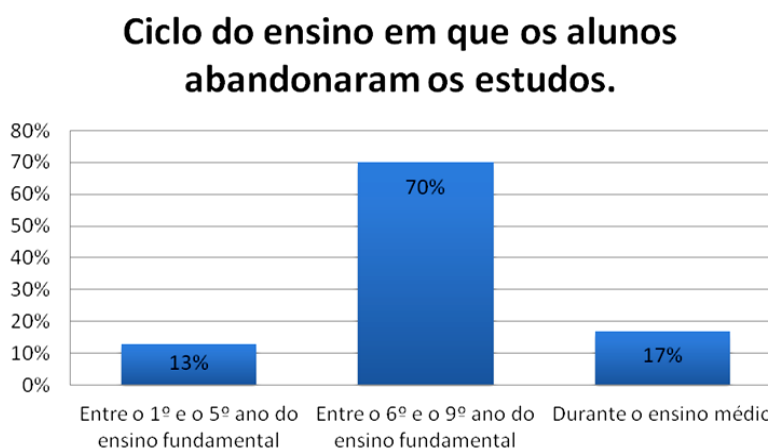


Gráfico 3: Ciclo do ensino em que os alunos abandonaram os estudos.

A maioria dos estudantes, 21 dos 23 respondentes, afirmaram ter entre 10 e 18 anos quando abandonaram a escola. Apenas 1 aluno disse ter abandonado com menos de 10 anos de idade e 1 aluno entre 18 e 24 anos de idade. Os dados permitiram verificar correlação entre a idade em que o aluno ingressou no mercado de trabalho e o momento em que ele abandonou a escola, reforçando a relação que se faz do abandono dos estudos em função do trabalho.

Em relação à EJA apenas 3 dos respondentes já haviam cursado anteriormente e abandonado, destes 2 disseram que por motivo de mudança (país/estado/cidade) e 1 relatou que deixou por motivos pessoais.

Os motivos que levaram o aluno a retornar à escola também foram apontados por eles. Dos respondentes 10 alunos afirmaram ter retornado com o objetivo principal de adquirir mais conhecimento, 5 disseram que voltaram a estudar para conseguir um emprego e outros 5 para trocar o emprego atual por um melhor, 2 estudantes possuem como objetivo principal progredir no emprego atual e 1 relatou ter retornado para atender a vontade da família.

Quando questionados sobre qual era o principal fator que os levou a optar pela EJA, 10 alunos disseram ser este segmento a melhor maneira de conciliar os estudos com o trabalho, uma vez que o ensino regular exige que mais tempo seja despendido pelo aluno. Ainda sobre a mesma questão, 4 estudantes afirmaram que a opção pela EJA visa unicamente a obtenção da conclusão do EM, 3 responderam ser uma opção para progredir no emprego atual e 6 mostraram que é pelo desejo de fazer outro curso e se preparar melhor para o mercado de trabalho. Um dado relevante que aparece nestas duas questões anteriores é que a maioria dos estudantes da EJA não se mostra estimulado a continuar os estudos após a conclusão do EM.

Estes primeiros resultados incentivaram o docente a repensar a prática e redefinir quais conteúdos devem ser priorizados neste segmento de ensino, uma vez que o tempo em classe e extraclasse é reduzido. Trabalhar assuntos que realmente sejam relevantes para o aproveitamento cotidiano de cada um, valer-se da vivência dos alunos e explorar os conhecimentos que eles trazem, pode tornar os estudos mais atraentes a esses alunos, evitando que eles abandonem o curso sem concluir. Estabelecer um diálogo entre conhecimentos escolares e sociais não é apenas uma questão de relacionamento é uma questão desafiadora e essencial para melhorar a qualidade da relação ensino aprendizagem e a relação entre professores e alunos jovens e adultos (SILVA e MOUNFORD, 2010).

3.2 Descrição do material.

O material confeccionado para aplicação do trabalho é um conjunto de aulas de Física (sequência didática), envolvendo temas da termodinâmica, mais especificamente Calor e Temperatura. As aulas foram elaboradas com linguagem direcionada à EJA, objetivando atender a necessidade de material que existe nessa modalidade de ensino tanto para os alunos como para os professores.

A sequência didática é composta por:

I) Guias didáticos – Orientações/Sugestões ao professor de como as aulas serão conduzidas.

II) Aulas práticas – Sugestões de práticas, que podem ser realizadas em sala de aula, com materiais de baixo custo.

III) Aulas expositivas/dialógicas – Definições e conceitos a serem trabalhados naquele tópico.

IV) Atividades.

O guia didático nº 1 traz como tema a diferença entre calor e temperatura. As atividades foram cumpridas em três aulas, sendo a primeira, a aula prática 1 a segunda, a aula expositiva dialógica 1 e a terceira aula, um debate sobre as respostas dadas às questões propostas na aula anterior.

O segundo guia didático, aborda o funcionamento de termômetros e as escalas térmicas. Esse foi desenvolvido em três aulas, sendo a primeira aula uma prática que demonstrava o funcionamento de um termoscópio, a segunda aula leitura e debate do texto produzido e por fim, a terceira aula, os alunos responderam as questões propostas e apresentaram suas respostas, debatendo entre eles e com mediação do professor afim de complementar informações necessárias.

No terceiro guia didático o tema das aulas foi dilatação térmica. Apesar desse guia não prever aula prática houve revivência da prática do termoscópio, quando o professor, antes de iniciar a aula expositiva dialógica, lembrou aos alunos sobre a dilatação do gás que causou o deslocamento do líquido. A primeira aula foi, portanto expositiva dialógica e a segunda aula utilizada para resolver, debater e corrigir as questões propostas.

O guia didático nº 4 foi composto por 3 aulas sobre o tema propagação de calor. A primeira aula foi uma aula prática que buscava evidenciar os processos da convecção e da irradiação. Na aula seguinte, após a leitura do texto proposto, os alunos foram indagados sobre exemplos dos processos de transmissão de calor no cotidiano e a relação desses processos com a prática realizada na aula anterior. A terceira aula desse guia foi utilizada para resolver, debater e corrigir as atividades propostas.

O quinto guia didático, tratou da mudança de fase das substâncias em duas aulas. Na primeira aula, expositiva dialógica, os alunos receberam um texto sobre o tema da aula e após a leitura do texto refletiram sobre as diferentes mudanças de fase das substâncias que podem ser percebidas no cotidiano. A aula seguinte foi utilizada para resolução e correção das atividades propostas.

As atividades foram cumpridas, portanto em 13 aulas. A aula seguinte foi utilizada para uma revisão geral da matéria e a 15ª aula para a aplicação da prova, que apesar de não fazer parte do produto, foi elaborada com base nas questões trabalhadas durante o desenvolvimento da sequência didática. Na aula seguinte à aplicação da prova as questões foram discutidas com os alunos e corrigidas pelo professor, debatendo os erros mais presentes e revisando o conteúdo.

Os guias e as aulas foram formulados prevendo o tempo necessário para seu desenvolvimento, mas estejamos conscientes que não é algo imutável, pois sempre podem surgir questionamentos não previstos que levem a debates ou questões que podem enriquecer ainda mais o material, como aconteceu na aplicação realizada. No caso dessa pesquisa o material didático produzido incluindo a prova e a revisão foi finalizado em 16 aulas, aproximadamente dois meses. Contudo, sabe-se que esse tempo varia de acordo com o público, suas vivências e a motivação pelas aulas.

3.3 Análise de resultados.

3.3.1 Análise da aula prática 1- Descrevendo calor e temperatura por meio da sensação de quente e frio.

Nesta aula objetivava-se que os alunos ao terminarem a prática conseguissem perceber que as sensações de quente e frio dependem do referencial adotado e também era objetivo que eles comesçassem a diferenciar calor e temperatura.

Nessa e nas demais aulas práticas, tomou-se o cuidado de dar liberdade aos alunos para debater e expor suas opiniões com a mínima intervenção do professor.

Carvalho (2013), afirma que a proposta de laboratório é melhor realizada quando o aluno tem a liberdade de realizar as atividades práticas e debater

entre eles com o mínimo de interferência do professor. O papel do docente é levantar o debate e inspirar questionamentos que levem o aluno argumentar sobre o fenômeno, e assim, refletindo sobre essas argumentações ele pode construir os conceitos que a prática proporciona.

O roteiro da primeira aula prática é apresentado abaixo.

Aula Prática 1 - Descrevendo calor e temperatura por meio da sensação de quente e frio.

Material: Três recipientes plásticos, um ebulidor, um termômetro, água, gelo e cronômetro.

Procedimentos:

- I) Coloque gelo em um dos recipientes, água a temperatura ambiente em outro e água aquecida a aproximadamente 50°C em outro.
- II) Duas pessoas do grupo devem ser escolhidas para realizarem o experimento.
- III) Um dos escolhidos colocará uma das mãos em gelo durante um minuto, depois colocará a mesma mão na água aquecida pelo mesmo tempo.
- IV) O outro escolhido simultaneamente ao procedimento anterior colocará uma das mãos na água aquecida por um minuto e depois pelo mesmo tempo na água à temperatura ambiente.

Atividades

1) Os alunos que realizaram o procedimento devem descrever o que sentiram utilizando os termos, frio, quente, calor e temperatura. Com os relatos dos alunos o grupo deve escrever um único parágrafo, com os mesmos termos da questão anterior, para descrever o que ocorreu no procedimento.

2) É possível saber se uma pessoa está com febre colocando a mão sobre essa pessoa?

Durante essa discussão os grupos buscaram descrever as sensações de quente e frio, expressar os conceitos pré existentes de calor e temperatura e debater a respeito. Expressam dessa forma ancoradores que subsidiaram o professor na proposição de aulas expositivas dialógicas que viessem a permitir a construção de conhecimento significativo do assunto.

As produções escritas procedentes das discussões dos grupos em resposta as atividades propostas na prática, bem como alguns comentários a respeito de tais respostas seguem abaixo.

"Que a temperatura alta tem-se um calor, na temperatura baixa tem-se uma sensação de dormência. Então frio ou quente demais a sensação é de se queimar." Grupo 1

Os alunos do grupo 1 relacionam temperatura alta com presença de calor, algo muito comum para a maioria das pessoas, em dias com alta temperatura por exemplo dizemos sentir calor. Na temperatura baixa eles relatam ter sentido os efeitos semelhantes ao da alta temperatura, no entanto não chamam de calor quando a temperatura é baixa, mas sim de dormência.

Merece destaque o fato dos alunos relatarem que em ambos os casos a sensação é de queimar. A partir dessa fala fica mais fácil eles entenderem que nas duas situações há fluxo de calor, conforme descreve Young e Freedman (2004) no trecho abaixo.

A interação que produz essas variações de temperatura é a transferência de energia entre uma substância e outra. A transferência de energia que ocorre devido uma diferença de temperatura é denominado fluxo de calor ou transferência de calor, e a energia transferida nesse processo denomina-se calor. (YOUNG E FREEDMAN, 2004, p. 113).

"Ao colocar a mão na água gelada, a mão ficou gelada, dolorida e vermelha. Ao passar da água gelada para a água em temperatura ambiente a mão adormeceu. Ao passar da água em temperatura ambiente, para água quente a mão ficou vermelha, enrugada e arroxada." Grupo 2.

Halliday e Resnick (2009), destacam que uma variação de temperatura pode mudar diversas características de um corpo ou substância, entre elas, volume, resistência elétrica e pressão, são as mais apreciáveis na física.

O grupo 2 preocupou-se em destacar não somente o sentido, mas principalmente as mudanças visíveis que a mão sofre durante o fluxo de calor. A alteração na cor da pele foi o que eles mais destacaram na resposta, como uma consequência da mudança de temperatura.

"A água estava gelada quando a mão colocada sentiu a sensação de dormência, por causa da baixa temperatura. Colocando a mão na água quente ela sentiu a temperatura aumentando por causa da alta temperatura. Já na água morna ela sentiu a mão normal porque nesta hora a água já se encontrava na temperatura ambiente." Grupo 3

Apesar de não associar a mudança de temperatura da mão ao fluxo de calor, o grupo destaca que a sensação de quente e frio se deve principalmente

a diferença de temperatura. Essa afirmação fica clara quando eles dizem "sentiu a mão normal porque nessa hora a água já se encontrava na temperatura ambiente." Nesse caso eles captaram o real objetivo da prática que era mostrar que a classificação quente e frio depende de uma comparação entre duas temperaturas.

“Água fria – Quando colocou a mão na água fria eu senti ela fria, depois foi congelando, depois passei a sentir dor, foi parecendo que minha mão estava anestesiada. Água quente – Quando tirei a mão da água fria, coloquei na água quente, senti ela mais macia, senti que a dor ia passando, foi meio que choque térmico.” Grupo 4

O grupo 4 expressa as sensações que a mudança de temperatura faz na mão. Interessante ressaltar que esse foi o único grupo onde quem relatou não percebeu grande influência da água quente, o que se atribui ao fato do aluno ter utilizado a mesma mão na sequência da prática. Assim os alunos deram muito mais ênfase as mudanças que a água fria causou.

Nota-se a dificuldade de expressar dos alunos na linguagem escrita. Apenas o grupo 1 atendeu ao comando da questão de “escrever um único parágrafo”. Percebe-se também que a linguagem utilizada por todos os grupos é muito semelhante. O termo dormência, por exemplo, foi muito utilizado na apresentação oral e volta a aparecer na escrita de vários alunos.

Contudo, a questão permitiu ao alunos refletirem sobre o real sentido de quente e frio e principalmente verificar a diferença entre calor e temperatura, bem como os efeitos do fluxo de calor.

É importante destacar que apesar de não possuírem uma definição de calor e temperatura, todos os alunos possuíam alguma ideia, ainda que confusa, para os dois termos. Essa ideia pré-existente passa a ser então o ponto de partida para que o professor promova a desconstrução do que difere dos conceitos científicos e auxilie a construção do conceito científico em si, com ajuda de literatura apropriada.

A questão 2 tinha por objetivo contestar a prática de se verificar a temperatura de uma pessoa pelo tato, com o que foi discutido na questão anterior a respeito de quente e frio. As respostas dos grupos são apresentadas abaixo:

“Sim é possível através do calor do corpo.” Grupo 1

Quando comparamos a resposta da questão anterior com essa, notamos que o grupo percebeu que o fluxo de calor existe desde que exista uma diferença de temperatura, contudo não levaram em consideração a questão da sensação térmica de quente e frio poder enganar a quem observa pelo toque.

Um corpo que parece estar quente normalmente possui uma temperatura mais elevada do que um corpo análogo que parece estar frio. Isso é vago, e os sentidos podem ser enganosos. (YOUNG E FREEDMAN, 2004, p. 103).

O Grupo 2 não respondeu essa questão – Segundo as alunas, elas não entraram em acordo se era ou não possível saber se uma pessoa estava febril pelo tato e acharam melhor não responder.

O desacordo presente nesse grupo provavelmente ocorreu porque uma parte do grupo possui essa prática no cotidiano e outra parte percebeu que se respondessem sim estariam contrariando a resposta da questão anterior. Para não haver contradição as alunas preferiram não responder a essa pergunta.

“Sim. Porque a temperatura da pessoa aumenta. É possível sentir pelo toque, da para perceber quando a temperatura está alta.” Grupo 3

O grupo 3 expõe corretamente que a febre gera um aumento de temperatura e que portanto pode ser sentido quando um corpo em menor temperatura toca o corpo com temperatura mais alta, pois assim há fluxo de calor entre eles. Entretanto, os alunos não se deram conta que quem toca também pode estar com febre e por isso não sentir que o outro corpo está. Ou seja, faltou a relação de sensação térmica, que depende do comparativo entre duas temperaturas distintas. A temperatura está alta, em relação a que?

“Sim, percebe a temperatura pela mão.” Grupo 4

Esse grupo, provavelmente se baseou na prática cotidiana para responder. Percebe-se que na questão anterior eles também se referiram as mudanças de sensações da mão pela mudança de temperatura e novamente utilizam a mão, ou seja, o sentido do tato como um indicativo de mudança de temperatura, sem se preocupar com os possíveis enganos que a sensação pode causar.

Ao longo da exposição oral dos alunos eles foram quase unânimes em relatar que é assim que fazem para saber se uma pessoa está com febre.

Quando pelo toque das mãos acreditam que a pessoa está com febre é que buscam o termômetro para confirmar. Porém, muitos relataram que é possível mas não é confiável pois várias vezes achavam que estava e ao olhar no termômetro não estava, ou ao contrário.

"O conceito de temperatura é originado das ideias qualitativas de 'quente' e de 'frio', que são baseadas em nosso sentido de tato" (YOUNG E FREEDMAN, 2004, p. 103).

Portanto, nessa fase onde se investiu para formar o conceito de temperatura e calor, essa experiência do tato é de grande importância, pois permite que os discentes verifiquem o real sentido dos termos quente e frio, que apesar de muito utilizados em seu cotidiano, nem sempre são claros para eles.

Após a aula prática os alunos participaram de uma aula expositiva dialógica, onde lhes foi apresentado o texto de fundamentação teórica a respeito de calor, temperatura, quente e frio.

De acordo com Carvalho (2013), é nesse momento da aula teórico interativa que o aluno consegue sistematizar aquilo que aprendeu na aula prática. Através de textos de apoio ele consegue reorganizar o pensamento em relação aquilo que verificou na prática e entende que a física não apenas descreve fenômenos, mas também busca propostas explicativas para tal.

Após leitura e discussão dos tópicos do texto os alunos responderam às atividades, onde buscou-se explorar questões discursivas, onde mais uma vez o papel do professor é o de mediador das discussões, assim ele permite a argumentação entre os alunos e os ajuda a organizar os pensamentos em linguagem científica.

Apesar dos problemas abertos serem dados no final da sequência de ensino, quando a teoria já foi discutida, eles são situações gerais, quase sempre contextualizadas no dia a dia dos alunos, em que estes vão buscar a solução (CARVALHO, 2013, p. 11).

3.3.2 Análise do questionário 1

Este questionário foi composto por quatro questões discursivas que serão denominadas doravante de Q -1.1, Q -1.2, Q -1.3, Q -1.4.

Q-1.1) Apesar de temperatura e calor serem conceitos distintos, podemos afirmar que existe uma relação entre eles? Justifique.

“Sim, porque o calor é transmissível e quando você encosta um corpo no outro vai haver troca de calor porque o corpo que ganha calor aumenta a temperatura e o que perde diminui temperatura.”
Aluno A.

O aluno consegue associar corretamente a relação entre calor e temperatura, afirmando que se o corpo ganha calor aumenta a temperatura e se perde calor a temperatura diminui, uma vez que ele ainda não estudou sobre mudanças de fase, onde pode ocorrer fluxo de calor sem mudança de temperatura. Ele consegue então perceber que são dois conceitos distintos, contudo interligados.

“Sim porque é o calor que faz a temperatura aumentar, por isso é que quando a temperatura está controlada é que o calor não está tendo nenhuma influência com ela.” Aluno D.

De acordo com Halliday e Resnick (2009), quando dois corpos colocados em contato direto ou por meio de um terceiro corpo atingem a mesma temperatura, essa situação é chamada de equilíbrio térmico, e nesse caso não há fluxo de calor entre os corpos.

Na situação apresentada o aluno descreve uma situação de equilíbrio térmico, usando o termo temperatura equilibrada. Nota-se que ele sabe que quando os corpos estão à mesma temperatura não ocorre fluxo de calor entre eles e assim a temperatura não muda.

“Sim, porque com temperaturas diferentes elas trocam calor entre si até atingirem o equilíbrio térmico.” Aluno Q.

Mesmo sem especificar a relação calor temperatura, o aluno Q conseguiu mostrar que o fluxo de calor é quem permite que os corpos atinjam a condição de equilíbrio térmico.

“Sim. Porque a transferência de calor só existe quando há diferença de temperatura e o calor influencia na temperatura uma vez que o aumento de energia implica no aumento de temperatura.” Aluno R.

Uma variação de temperatura que ocorre em um sistema deve-se a uma mudança na energia térmica desse sistema. Essa mudança na energia ocorre

por troca com meio no qual o sistema se encontra inserido (HALLIDAY E RESNICK, 2009).

Mesmo a relação *"o aumento de energia implica no aumento de temperatura"* não estando muito clara na resposta do aluno R, ele consegue aqui mostrar que calor e temperatura são grandezas distintas e ainda reforça o fato do calor ser uma forma de energia que vai causar maior agitação nas moléculas ou átomos que formam o corpo ou substância e assim esse registro de agitação caracteriza a temperatura.

A maioria dos alunos respondeu corretamente a essa questão, demonstrando o entendimento de que os conceitos de calor e temperatura são distintos. No entanto a maioria só consegue perceber que existe uma relação entre eles, mas não consegue retratar que relação é essa.

Young e Freedman (2004), tratam da importância em reconhecer que temperatura depende do material e de seu estado físico, enquanto que calor indica um fluxo de energia, não sendo portanto propriedade de um corpo.

Os mesmos autores mostram ainda que para variar a temperatura de um sistema é necessário retirar ou fornecer energia a ele, mas essa energia não precisa necessariamente ser na forma de calor, pode ser por exemplo, energia mecânica.

As relações entre calor e temperatura bem como as definições de quente e frio foram novamente discutidas na questão seguinte.

Q-1.2) Imagine dois objetos diferentes, um mais quente que o outro, "linguagem coloquial". Podemos afirmar que o objeto quente possui mais calor que o objeto frio? Justifique.

"Não, pois na verdade quente e frio são apenas sensações que dependem de uma comparação entre as temperaturas de dois sistemas, por exemplo: Um prato cheio de macarrão frio pode ter mais caloria quanto um chocolate quente." Aluno I.

A relação de quente e frio como sensações que dependem da temperatura dos corpos que formam o sistema é correta, mostra que o aluno entende que essas sensações de quente e frio são diferentes em situações diferentes. Contudo, o aluno relaciona calor com caloria. Apesar de caloria ser uma unidade de medida de calor, nesse caso o discente trata da energia do

alimento, aparentemente como uma forma de mostrar que calor é uma forma de energia.

Segundo Halliday e Resnick (2009), a caloria, como unidade de medida de calor indica a quantidade de energia necessária para elevar em 1°C a temperatura de 1g de água no intervalo de $14,5^{\circ}\text{C}$ a $15,5^{\circ}\text{C}$.

“Não, porque quente e frio não se relaciona com calor e sim com temperatura.” Aluno M.

De forma bem sucinta o aluno mostra que quente e frio não são indicativos de quantidade de calor e sim da temperatura em que o corpo ou sistema se encontra.

“Não, porque existe objeto frio que possui mais calor que o quente.” Aluno S.

O aluno afirma que existe objeto frio que possui mais energia interna que outros objetos quentes, o que, apesar do termo possuir, pode ser visto como uma verdade, se ele estiver denominando calor por energia interna. No entanto o discente não faz nenhuma relação que explique sua colocação. Ele poderia, por exemplo, ter colocado que para isso esses objetos poderiam ser de materiais diferentes ou possuírem massas diferentes.

Young e Freedman (2004), afirmam que uma variação de temperatura causada por uma certa quantidade de calor fornecida ou retirada de um corpo, depende também da capacidade calorífica específica do material que forma esse corpo além de sua massa.

Nesta questão os alunos mostraram que entendem que a relação de quente e frio é uma relação de sensação que se associa à temperatura e não ao calor, mas muitos confundem calor com caloria e muitos afirmam que estar quente não significa ter muito calor, sem contudo explicar sua afirmação.

Além disso, o objetivo principal da questão era verificar se os alunos iriam questionar a afirmação "possui mais calor", uma vez que Young e Freedman (2004), afirmam que não é correto falar em quantidade de calor pertencente a um corpo, visto que calor é uma forma de energia em trânsito.

Esse objetivo não foi atingido, nenhum aluno questionou a afirmação na resposta escrita. Durante a correção das questões e o debate esse

questionamento foi levantado pelo professor e só então eles perceberam a divergência entre o que estava sendo perguntado e o conceito de calor.

Q-1.3) Sabemos que a febre corresponde a um aumento na temperatura do corpo. Assim, um corpo com febre pode ter influência sobre outro que não esteja febril? Explique.

"Sim, porque a febre é um aumento na temperatura corporal, quando uma outra pessoa que não está com febre encosta num corpo febril ela recebe temperatura, o corpo não febril nesse momento sente uma sensação de aumento de temperatura, pois um corpo está em temperatura diferente da outra, assim transferindo temperatura de um corpo para o outro." Aluno I.

Esse aluno confunde os conceitos de calor e temperatura, o que é comum entre a maioria deles. Apesar de já terem visto que são conceitos distintos, alguns alunos possuem dificuldade em diferenciar um conceito do outro e assim falam em transmissão de temperatura de um corpo para outro.

A intervenção realizada nesse caso foi perguntar ao aluno, "Então se você encostar por algum tempo em alguém com febre você também fica febril?" E ele rapidamente respondeu "Não, mas podemos sentir que ela está com febre encostando nela." E por fim ele mesmo concluiu "Ah, então é uma sensação de quente por causa da temperatura está mais alta? A temperatura não passa, mas sim o calor", afirmou o aluno.

A questão a partir desse momento ficou mais clara para o aluno, quando ele percebe que a sensação de quente não quer dizer que a temperatura passou de um corpo para outro. E mostra a importância da argumentação na produção de reflexão.

Para definirmos que um corpo está quente ou frio é necessário comparar temperaturas em uma mesma escala (YOUNG E FREEDMAN, 2004). Essa comparação entre a temperatura de um corpo febril e outro não febril é muito comum entre os alunos pelo tato, sem o uso de escalas. Esse tipo de comparação pode ser falho, pela falta de um aparelho com escala específica.

"Não, porque a temperatura não passa de uma pessoa para outra." Aluno B.

De acordo com Young e Freedman (2004), a temperatura de um corpo é uma medida relacionada com a energia cinética das moléculas ou átomos que formam esse corpo. Assim, não se transfere temperatura.

Nessa resposta o aluno deixa claro que entendeu que a febre está associada a temperatura e sendo assim não é transmissível. Contudo, ele não relaciona as sensações que se tem ao tocar uma pessoa com febre e não explora a questão do fluxo de calor entre corpos que possuem diferentes temperaturas.

“Não. A influência que pode existir é se houver troca de calor de um corpo para o outro. Mas, como o estado febril é em geral uma reação à infecção não haverá equilíbrio da temperatura entre os dois corpos.” Aluno C.

O aluno é coerente ao dizer que há troca de calor e não de temperatura. Ele mostra ainda que dificilmente haverá equilíbrio térmico entre os corpos por terem outros fatores envolvidos, nesse caso ele relata a infecção que produz a febre.

Essa foi a questão que os alunos tiveram mais dificuldade em responder. Acredita-se que pelo hábito de verificar se uma pessoa está com febre pelas mãos, a maioria dos alunos acreditam que a temperatura pode passar de um corpo para outro. Aqui há necessidade de desconstruir um conceito errado de transmissão de temperatura se mostra evidente para que se possa construir o conceito de transferência de calor.

Q-1.4) Tente definir com suas palavras a diferença entre quente e frio.

“Um objeto em que tocamos e que esta a uma temperatura menor que a da parte do nosso corpo que entra em contato com ele é percebido como frio. Quando a temperatura é maior, este corpo é percebido como quente. Notar que um objeto pode ser percebido de forma diferente dependendo da nossa parte do corpo que o toca.” Aluno F.

A questão da sensação térmica de quente e frio fica muito clara no exemplo dado pelo aluno. Houve uma análise correta da sensação de quente e frio e muita coerência ao dizer que a sensação depende de quem toca e em qual parte do corpo toca, assim fica implícito que a condução de calor vai influenciar na sensação. Partes do corpo que conduzem melhor o calor vão ter a sensação mais facilmente que outras partes menos condutoras.

Young e Freedman (2004), definem que material isolante é aquele que dificulta a interação entre dois sistemas, retardando assim o equilíbrio térmico e

material condutor é aquele que facilita o fluxo de calor e consequentemente permite que o equilíbrio térmico ocorra mais rapidamente.

“Quente é quando um objeto está com a temperatura elevada. Frio é quando um objeto está em temperatura baixa.” Aluno J.

Apesar da relação não está totalmente equivocada é necessário estabelecer o que é chamado pelo aluno de temperatura elevada e o que ele chama de temperatura baixa. Sem uma relação, por exemplo com a temperatura do corpo humano, dizendo que temperatura baixa é aquela que se encontra abaixo da temperatura normal do corpo humano e temperatura alta, acima da temperatura normal do corpo humano, a resposta do aluno fica vaga e incoerente.

“Quente é o aumento da temperatura de um corpo que retém mais calor e o frio é o inverso é a baixa temperatura do corpo.” Aluno K.

Na resposta do aluno nota-se que apesar de relacionar quente e frio com temperatura ele faz confusão ao falar em aumento de temperatura e retenção de calor. Estabelecendo que um corpo está em maior temperatura que o outro ele não precisa variar sua temperatura para ser classificado como quente.

A relação entre quente e frio é para muitos alunos algo tão complexo como a diferença entre calor e temperatura, pois para os discentes é um hábito falar que quente é aquilo que possui mais calor.

É necessário que o aluno reflita e argumente sobre o conceito de calor contido no corpo. Para tal, o professor relembra a ele a definição dos autores Halliday e Resnick (2009), que afirmam que o calor é energia em trânsito e não contida em um corpo.

Essa relação de quente e frio com temperatura e não com quantidade de calor ficou clara para os alunos, mas a definição de um referencial para dizer, quente em relação à, ou frio em comparação à, ainda não é comum entre os alunos, subentende-se nas definições dadas que seja em relação a temperatura do corpo humano.

Para introduzir a ideia de escalas térmicas e de termômetro, a aula seguinte foi uma prática referente ao funcionamento do termoscópio a gás.

3.3.3 Análise da aula prática 2 - Termoscópio de Gás.

Aula prática 2 - Termoscópio de gás.

Objetivo: Avaliar o princípio de funcionamento do termômetro e associar a transferência de calor com a variação de temperatura e dilatação.

Material: Água, gelo, corante e seringa. Suporte de madeira com mangueira transparente presa no formato de U com um bulbo de lâmpada incandescente ligado a uma das extremidades da mangueira vedado por rolha ou cola do tipo *Epox*.



Figura 3: Montagem do termoscópio junto aos outros materiais utilizados.

Procedimentos:

I) Adicione corante à água. Com a seringa, adicione água à extremidade livre do tubo até formar uma coluna nas duas ramificações, semelhante à ilustração.

Segure o bulbo da lâmpada, envolvendo-o com as duas mãos e observe o que ocorre com o líquido.

II) Retire as mãos do bulbo, espere o líquido voltar a situação inicial e

então mergulhe o bulbo na água com gelo. Observe o que acontece com o líquido colorido no tubo.

Atividade: Descreva o que aconteceu nos dois procedimentos e explique, com suas palavras, o que causou as mudanças observadas. Ou seja, quais os fenômenos envolvidos no processo.

A produção textual ocorreu após debate entre os membros de cada grupo. As respostas produzidas pelos grupos, findados os debates, seguem em destaque abaixo.

“Quando colocou a mão na lâmpada, com o calor das mãos o líquido subiu pra um lado. E quando colocou a lâmpada na água com gelo, o líquido baixou para o outro lado.” Grupo 1.

É importante destacar aqui que os alunos do grupo 1 estão cientes que é o calor transmitido pelas mãos, pois ela de alguma forma influi no movimento do líquido no tubo, no entanto o grupo não cita a troca de calor da lâmpada para o gelo. Além disso, o ar que se dilata no tubo causando o movimento do líquido, não foi citado pelos alunos.

O termoscópio a gás, se baseia no fato de que a pressão no gás aumenta a medida que a temperatura aumenta e assim esse gás se expande deslocando o líquido. O inverso ocorre se o gás é resfriado. Segundo Young e Freedman (2004), esse processo conhecido como dilatação volumétrica é aproximadamente proporcional a variação de temperatura.

“Quando colocada a mão na lâmpada observamos que o líquido se movimenta com o passar do tempo com o calor da mão o movimento vai parando. Quando colocada a lâmpada no gelo podemos observar que o movimento do líquido é mais constante por causa da baixa temperatura.” Grupo 2.

O grupo 2 também não faz referência ao ar contido no bulbo, mas destaca-se o processo de fluxo de calor causando o movimento do líquido. Os alunos observaram ainda que após algum tempo, quando os corpos estão na iminência de entrar em equilíbrio térmico o movimento vai diminuindo. Essa observação é importante para fixar a necessidade de se ter diferença de temperatura para haver troca de calor.

"Calor é uma energia transferida de um sistema para o ambiente ou vice-versa devido a uma diferença de temperatura." (HALLIDAY E RESNICK, 2009, p. 190).

O grupo 2 percebe que o processo de fluxo de calor entre o gelo e a lâmpada é mais rápido que entre a mão e a lâmpada, isso se deve a maior diferença de temperatura. Nota-se essa concepção na resposta do grupo quando eles utilizam a frase "o movimento do líquido é mais constante por causa da baixa temperatura".

Como o calor é proporcional a variação de temperatura, quanto maior for a diferença de temperatura entre dois corpos, maior será a quantidade de calor trocada entre eles até que ocorra o equilíbrio térmico (YOUNG E FREEDMAN, 2004).

"Verificamos o comportamento de um gás quando varia a temperatura, a pressão e o volume. Tudo pelo calor transmitido pela mão." Grupo 3.

Esse foi o único grupo que relatou que a dilatação que ocorre no tubo é do gás e não ao líquido. O grupo associou corretamente a dilatação do gás a pressão que ele está submetido e ao volume que ele ocupa.

Apesar de não relatarem nada do experimento com o gelo, o último grupo conseguiu expressar exatamente o que ocorre durante a troca de calor entre o bulbo e a mão.

A troca de calor, faz mudar a temperatura e mudando a temperatura mudam a pressão e o volume que o gás ocupa, esse gás então causa o deslocamento do líquido.

Na aula seguinte a aula prática 2 os alunos receberam um texto sobre termômetros e escalas de temperatura. Nesse texto eles tiveram a oportunidade de ler sobre o termoscópio de Galileu, sobre alguns tipos de termômetro e sobre as escalas de temperatura, Celsius, Kelvin e Fahrenheit. Após leitura e discussão do texto eles responderam ao questionário 2, do qual segue análise de algumas respostas.

3.3.4 Análise do questionário 2.

Compunha o segundo questionário 4 questões discursivas que foram denominadas Q-2.1, Q-2.2, Q-2.3 e Q-2.4.

Q-2.1) Explique a relação entre a temperatura de fusão do gelo e a temperatura de ebulição da água com a pressão.

“É importante que se observe as condições de pressão porque aumentando a pressão sobre um bloco de gelo o seu ponto de fusão muda ou diminuindo a pressão sobre a água haverá uma redução em seu ponto de ebulição.” Aluno F.

O aluno conseguiu relacionar a pressão sobre o gelo, fato que o destacou diante dos demais alunos, que relacionaram apenas o ponto de ebulição. Essa relação de pressão e mudança de fase é importante de ser destacada, pois comumente os alunos associam a mudança de fase apenas a temperatura em que ela ocorre quando o corpo se encontra submetido a pressão de uma atmosfera.

Para uma dada pressão a transição de fase ocorre em uma temperatura definida, sendo usualmente acompanhada por uma emissão ou absorção de calor e por uma variação de volume e de densidade (YOUNG E FREEDMAN, 2004, p. 116).

“Diminuindo a pressão sobre a água haverá uma redução em seu ponto de ebulição. Em grandes altitudes a pressão atmosférica é menor, por isso nesses locais a água ferve em temperatura menor que no nível do mar.” Aluno G.

O aluno, apesar de não relacionar o pressão com o ponto de fusão, faz uma comparação importante com a pressão atmosférica e o ponto de ebulição da água, relacionando inclusive a pressão atmosférica com a altitude. A resposta desse aluno é importante, pois reflete uma relação com os conceitos químicos estudados pelos alunos no período anterior.

De acordo com Young e Freedman (2004) a temperatura de ebulição depende da pressão e em locais de maior altitude a pressão atmosférica é menor por isso o ponto de ebulição também é diminui.

“Observe as condições de pressão, porque aumentando a pressão sobre a água haverá redução em seu ponto de ebulição.” Aluno P.

O aluno consegue perceber que existe uma relação entre a pressão e o ponto de ebulição. No entanto ele relaciona de forma errada, pois afirma que

aumentando a pressão diminui o ponto de ebulição, quando na verdade ocorre o oposto. O ponto de ebulição e a pressão são diretamente proporcionais.

Percebe-se que a relação da pressão com o ponto de ebulição é mais visível para os alunos que a relação com o ponto de fusão e todos usaram como referência a água.

Outro relato importante foi que eles associaram a panela de pressão a essa relação durante as discussões da atividade na sala. Nesse ponto alguns associaram ao tempo de cozimento do alimento e outros a alta temperatura que a água precisa para virar vapor dentro da panela.

Q-2.2) Explique com suas palavras o funcionamento de um termômetro.

“Ele funciona por transferência de calor de um corpo para outro”.
Aluno C.

Apesar de relacionar corretamente a necessidade de haver troca de calor entre o corpo e o termômetro para que a temperatura mude e o equipamento registre essa variação, o aluno não faz relação com a dilatação térmica da substância termométrica, nem se refere ao equilíbrio térmico que ocorre para indicar a real temperatura do corpo, ou substância, deixando assim a resposta comprometida.

A pergunta deixa ainda abertura para que os alunos descrevam outros tipos de termômetro que não sejam o termômetro a líquido ou gás. O texto de referência que os alunos utilizaram trata da existência de termômetro por variação de cor, frequência de luz, resistência elétrica, etc. Contudo, esses equipamentos não são comuns no cotidiano dos alunos e acredita-se que esse é o motivo deles não terem sido citados.

“Um termômetro funciona baseado em efeitos da temperatura, mas não apenas no efeito da dilatação dos líquidos e gases. Conforme a temperatura o mercúrio sobe até que a temperatura do corpo e a do termômetro fique igual. Assim, ele não passa da temperatura do corpo pois, temperaturas iguais não dão reação.” Aluno I.

Esse aluno retrata com detalhes o funcionamento do termômetro de mercúrio. Ele fala do fenômeno da dilatação do líquido termométrico, afirmando inclusive que não ocorre apenas com gases, provavelmente se referindo a prática realizada na aula anterior e afirma que o termômetro marcará a

temperatura de equilíbrio, onde cessa o fluxo de calor, indicado por ele pelo trecho "não dão reação".

"É um aparelho utilizado para medir a temperatura de um corpo que estando aquecido o termômetro indica o grau da temperatura." Aluno Z.

Nota-se que o aluno entende o termômetro como um aparelho utilizável apenas para medir altas temperatura, conforme descreveu na fala: "...estando aquecido o termômetro indica o grau de temperatura." Isso pode ser justificado por ele ser um instrumento comumente utilizado para verificar se as pessoas estão com febre, assim na visão do aluno essa é a única função do termômetro.

Apesar de na prática do termoscópio os alunos terem mostrado entendimento em relação ao experimento, percebendo que a indicação da temperatura é dada pela dilatação e que essa ocorre enquanto há variação de temperatura do fluido termométrico devido a troca de calor com o corpo no qual ele está em contato, na resposta da questão 2 os alunos não fizeram essa associação de forma clara, mas sim relacionando o equipamento ao seu cotidiano, no caso para medir a temperatura do corpo para verificar se o mesmo está febril.

Nota-se que a maior parte dos alunos, descreveu nessa questão para que serve o termômetro e não como funciona, conforme foi pedido.

Q-2.3) A escala Kelvin, não adota medidas negativas de temperatura por entender que energia é sempre um valor positivo. Assim sendo, podemos afirmar que as outras escalas que possuem valores negativos estão erradas? Justifique sua resposta.

"Existem várias escalas diferentes. O zero absoluto seria o menor nível de energia que uma substância teoricamente pode ter. O funcionamento dos outros observa a temperatura emitida tomando outros pontos de partida". Aluno H.

Nessa questão apenas o aluno H falou das demais escalas, no entanto ele não deixa claro o que ele chama de "pontos de partida", aparentemente o aluno quer dizer que as demais escalas utilizam outras referências e não a

energia. Então, para tais escalas, uma temperatura negativa não significaria energia negativa.

“Não. Que a medida de Kelvin o zero seria o menor nível da energia. Ele baseou-se na energia.” Aluno L.

Esse aluno destaca a questão do zero absoluto e relaciona bem esse estado, entretanto ele não explica sobre a referência das demais escalas térmicas, reproduzindo da pergunta que Kelvin baseou-se na energia.

“Não. Simplesmente, Lord Kelvin quis relacionar a energia a um valor sempre positivo, que representa a pressão do gás.” Aluno Q.

A temperatura hipotética, na qual a pressão absoluta de um gás seja nula é chamada de zero absoluto. A escala cujo zero corresponde com essa temperatura é a escala Kelvin (YOUNG E FREEDMAN, 2004).

Ficou evidente nas respostas que todos perceberam que na escala Kelvin a temperatura é sempre positiva porque ele adotou um parâmetro, a pressão do gás, que é sempre um valor positivo e que pode ser relacionado a energia cinética do gás. Assim, não tendo energia negativa não haveria temperatura negativa.

Q-2.4) O que faz as substâncias dilatarem, como ocorreu no ar aquecido por Galileu durante a construção do termoscópio é a transferência de calor ou de temperatura? O que essa transferência causa nas moléculas para elas aumentarem ou reduzirem o volume que ocupam?

“Calor. Ao serem aquecidas, as moléculas que formam as substâncias ficam mais agitadas, ou seja, aumentam sua velocidade e assim, passam a ocupar um espaço maior.” Aluno C.

A percepção do aluno sobre a dilatação é muito coerente com o que ocorre. Ele consegue entender calor como uma forma de energia que quando fornecida a substância causa aumento em sua velocidade, ou seja, aumenta a energia cinética e por isso tendem a ocupar um volume maior.

“Calor. Expandir ao ser aquecido é uma propriedade de grande parte dos materiais por suas moléculas se agitarem.” Aluno D.

Um ponto importante na resposta desse aluno é que ele não generaliza, pelo contrário, ele deixa claro que ao ser aquecido a maioria das substâncias se expandem, mas não todas. Assim, fica registrada a dilatação anômala de algumas substâncias.

“O calor, pois temperatura não pode passar de um corpo para outro. Ele causa agitação e aumento de tamanho do corpo”. Aluno Z.

Apesar de não deixar claro de que forma o calor causa a agitação e porque isso implica em aumento de tamanho, o aluno Z relembra o fato do calor ser transmissível enquanto a temperatura não.

Halliday e Resnick (2009) destacam que os termômetros clínicos e meteorológicos funcionam por suas substâncias termométricas se dilatarem mais que os recipientes que as contém. Esse fato mostra como substâncias diferentes sofrem variações diferentes dependendo de sua composição e do comportamento da sua estrutura.

Nessa questão ficou mais claro para que os alunos entendessem que o fluxo é de calor e não de temperatura. Todos responderam que nesse processo o fluxo é de calor.

Por outro lado o efeito do calor que faz as substâncias dilatarem ainda não fica evidente para muitos alunos. Poucos relacionaram bem a questão de espaço ocupado, com velocidade das moléculas e energia transmitida.

Comparando o segundo questionário com o primeiro é visível a evolução dos alunos no que se refere aos conceitos de calor e temperatura. No primeiro os alunos tinham grande dificuldade em entender que o fluxo de calor causa mudança na temperatura, enquanto que no segundo eles foram unânimes em afirmar que o que flui é calor e não temperatura.

Na sequência das atividades os alunos participaram da terceira aula expositiva dialógica, tratando do tema dilatação térmica. O texto debatido nessa aula trata da dilatação de forma teórica, sem demonstrar as equações e discute ainda a respeito da dilatação anômala da água.

Após leitura e discussão do texto os alunos responderam ao terceiro questionário, do qual alguns pontos são discutidos abaixo.

3.3.5 – Análise do questionário 3.

O terceiro questionário, que trata da dilatação térmica, é formado por 4 questões denominadas Q-3.1, Q-3.2, Q-3.3 e Q-3.4.

Q-3.1) Explique o que causa a dilatação de uma substância

"A dilatação de uma substância é causada pelo aumento da temperatura. O aumento de temperatura corresponde a uma movimentação desordenada das partículas que formam essa substância." Aluno J.

Aqui percebe-se que, apesar de relacionar corretamente a dilatação a variação de temperatura, que corresponde ao aumento na energia cinética das partículas e assim tendo maior velocidade ocupam maior volume.

"Ao receber calor normalmente a substância aumenta sua temperatura, suas partículas se agitam e ocupam mais espaço." Aluno L.

O aluno consegue fazer uma associação do processo de expansão. Relaciona bem o fato do corpo receber calor e mudar de temperatura, utiliza o termo normalmente que mostra que isso não ocorre sempre, mas na maioria das vezes e relaciona a variação de temperatura com o estado de agitação das partículas que formam as substâncias.

"A dilatação acontece com o aquecimento ou com o resfriamento, ou seja, a mudança de temperatura causa a mudança de volume." Aluno R.

Nesse trecho, sucintamente, o aluno relaciona a variação de volume com a mudança de temperatura, tanto para aumento como para redução de volume. O que não fica claro é em que a mudança de temperatura interfere para fazer mudar o volume, ou seja, não relaciona a questão da agitação dos átomos e moléculas diretamente.

"Ao receber calor caso não esteja em processo de mudança de estado físico aumenta sua temperatura e quando a substância é aquecida ou resfriada ela muda de volume." Aluno A1.

O aluno deixa claro a relação de mudança de volume com a variação de temperatura e principalmente a relação da variação de temperatura com o fluxo

de calor, relatando inclusive o fato da temperatura normalmente não mudar durante a transição de fase.

Halliday e Resnick (2009), destacam o fato da dilatação ser muito presente no cotidiano das pessoas, seja nas construções civis ou em materiais de obturação dentária.

Os autores Young e Freedman (2004), comparam a vibração dos átomos que causa a dilatação do corpo com átomos interligados por molas, onde um aumento de temperatura seria comparável a um aumento de vibração dessas molas que se dilatam mais facilmente do que comprimem.

Conforme o esperado, as respostas dos alunos demonstram que eles conseguem identificar e relacionar ao cotidiano os fenômenos da dilatação térmica, mesmo sem conhecer a relação matemática existente.

Q-3.2) O que você entende por dilatação anômala da água?

"Eu entendo que quando colocamos a água no fogo ela diminui o tamanho e quando colocamos em lugar frio, congelador, ela aumenta de tamanho." Aluno A.

Baseado nos exemplos nota-se que o aluno associou a dilatação anômala ao que ele vê no seu cotidiano em relação a água. Entretanto, o exemplo citado: "quando colocamos a água no fogo" ele provavelmente não está levando em conta a mudança de fase da água que pode ocorrer com facilidade nessa situação. Nesse trecho ele comete um erro ao achar que a água mudou de volume e não de fase ao ser aquecida em altas temperaturas.

"É que a água a 4°C ocupa o menor volume possível, nessa temperatura ela possui a maior densidade e isso faz com que ela ocupe menos volume se for aquecida a mais de 4°C e mais se for resfriada a menos de 4°C." Aluno D.

O aluno mostra dados do texto de apoio dado em sala, a respeito da relação entre a temperatura da água e sua dilatação, mas não deixa claro qual é essa relação. Apesar de não ficar clara a relação, é perceptível que o aluno entende essa temperatura como um ponto importante a partir do qual há expansão ou contração.

"Dilatação anômala é o que acontece quando colocamos uma vasilha com água no congelador e a água começa a congelar de cima para baixo." Aluno R.

Apesar de não definir o que é a dilatação anômala a aluna dá um exemplo de sua vivência que é muito importante pois o texto de apoio tratava dos lagos que se congelam na superfície e mantém a fase líquida por baixo, ela fez associação desse fato a algo mais próximo de seu cotidiano.

"A maioria das coisas quando você esquentar aumenta de tamanho e quando você esfria diminui de tamanho. A água é diferente, por isso é chamada anormal. Essa diferença a gente vê quando congela água na garrafa pet e ela aumenta de tamanho e quando você descongela ela encolhe." Aluno T.

Além de trazer um exemplo muito pertinente para a questão o aluno deixou claro o motivo da dilatação da água receber a denominação anômala (anormal). Além disso, seu exemplo da água na garrafa pet deixa implícito que essa variação será vista em uma temperatura próxima do ponto de fusão.

Durante a correção das atividades, esse exemplo do aluno T foi utilizado com os alunos que tinham dificuldade em entender a questão e então esses alunos disseram ter entendido melhor o que ocorre com a água e quando isso ocorre.

A água, no intervalo de temperatura entre 0°C e 4°C, diminui de volume quando a temperatura aumenta. Nesse intervalo, a água se expande quando aquecida. Portanto a densidade da água possui seu valor mais elevado para 4°C. A água se expande quando ela se congela (YOUNG E FREEDMAN, 2004, p. 111).

Q-3.3) O que causa essa dilatação anormal na água?

"São as partículas que se ligam e quando frio essa ligação se desfaz e ocupa mais espaço." Aluno A.

O aluno relaciona a mudança de volume da água com a estrutura da molécula mas utiliza o termo "frio" para especificar a temperatura do ponto tríplice. A expressão *"essa ligação se desfaz"* sugere que o aluno acredita que o H e o O não estejam mais ligados a partir dessa temperatura.

"A água quando aquecida reduz volume, essa redução ocorre devido algumas interações químicas. A molécula reduzirá o volume pela ligação e assim ocorre a dilatação." Aluno P.

Nessa colocação o aluno é mais claro na relação de volume e ligação química, apesar de não especificar o que ele chama de interações químicas. Além disso mais uma vez se destaca o fato de associar a dilatação ao aquecimento.

"Mudando a temperatura a estrutura dela ocupa volume diferente pela ligação das moléculas." Aluno R.

O aluno não mostra a relação entre aumento de temperatura e redução de volume, talvez por ter feito na questão anterior, mas deixa claro que a mudança na temperatura muda a estrutura da molécula, mexendo em suas interações. .

A questão da geometria da molécula de água e das interações inter e intra moleculares ainda era difícil de exigir que os alunos entendessem perfeitamente pois eles, nessa fase, ainda não haviam estudado esse assunto na disciplina de química. Mesmo assim, com uma explicação superficial sobre o assunto eles conseguiram relacionar a mudança de temperatura com a alteração no arranjo tridimensional das moléculas e consequentemente alteração de volume.

Muitos alunos, baseados no texto de apoio, citaram como exemplo aqui o congelamento superficial de lagos em regiões de temperatura muito baixa.

Quando a água da superfície é resfriada em direção ao ponto de congelamento ela fica mais densa que a água abaixo dela e afunda. Abaixo de 4°C, porém, um resfriamento adicional faz a água que está na superfície fique menos densa que a água abaixo dela, e ela permanece na superfície até congelar. Assim, a água na superfície congela, enquanto a água mais abaixo permanece líquida (HALLIDAY E RESNICK, 2009, p. 189).

Q-3.4) Além dos exemplos citados no texto, procure lembrar e cite outro exemplo onde podemos observar a dilatação de alguma substância.

"Podemos observar nas calçadas e nos pisos que esquentam e racham, porque não tem pra onde crescer." Aluno D.

O aluno associa muito bem a dilatação de expansão de pisos com as rachaduras que muitas vezes são causadas pelo aquecimento. O fato de ele citar os pisos de calçada talvez seja por estarem expostos ao calor proveniente da luz solar.

"Balão de aniversário, quando exposto ao sol ele se dilata." Aluno Q.

Interessante nessa questão é que o aluno considera a dilatação do balão e não do ar dentro do balão, mostrando que o visível é sempre mais importante para esse aluno, afinal ele não vê a mudança de volume do ar e sim do balão.

"Quando aquecido a parafuso engorda dentro da porca e não sai mais." Aluno Y.

O aluno aqui observa que o parafuso dilatou mais que a porca, mas não observa que a porca também dilata e que eles podem ser feitos de materiais diferentes. Quando questionado: "E se eles forem do mesmo material e aquecidos juntos até a mesma temperatura?" Ele respondeu: "Ai eu acho que não muda nada, ele não vai mais ficar preso."

O objetivo principal dessa pergunta era verificar se os alunos conseguem visualizar a dilatação como um fenômeno de seu cotidiano. Apesar da maioria dos alunos repetirem exemplos do texto, ficou evidente que eles conseguem detectar a dilatação em eventos do seu dia a dia.

Após trabalhar o conceito de dilatação, o roteiro seguinte discute as formas de transmissão do calor. A primeira aula desse roteiro, foi a aula prática 3 que tratou da propagação de calor pela convecção e pela irradiação.

As discussões levantadas durante a aula prática e as atividades desenvolvidas pelos grupos, seguem abaixo.

3.3.6 Análise da aula prática 3 - Propagação de calor.

Aula prática 3 - Propagação de Calor (convecção e irradiação)

Objetivo: Evidenciar os processos de convecção e irradiação como processos de transmissão de calor.

Material: Papel – cortado em espiral, linha, vela e fósforo

Procedimento I:

Fixe a vela em uma das mesas, acenda a vela.

Amarre uma das extremidades do papel em espiral no fio e pendure a uma altura de aproximadamente 10 cm sobre a vela.

Após certo tempo observe a movimentação do papel.

Procedimento II:

Mantendo a vela fixa e acesa sobre a mesa posicione uma das mãos próxima a lateral da vela e a outra mão sobre a vela.

Procure uma distância não muito grande, mas não muito próxima. Você deve sentir o fluxo de calor para suas mãos, porém tomando o cuidado de não se queimar.

1) Descreva com suas palavras o que ocorreu no procedimento I.

2) No procedimento II você deve ter notado que o aquecimento das mãos não é igual, então responda:

a) Qual das mãos recebeu mais calor, a que estava em cima da chama ou a que estava ao lado da chama?

b) Explique com suas palavras porque uma mão aquece mais que a outra.

Apresenta-se na sequência a produção textual dos grupos em resposta a primeira questão proposta.

"Com o calor da chama o ar entra em movimento fazendo o espiral girar. Se cobrirmos a lateral da chama com as mãos bloqueamos o ar e o espiral gira mais rápido." Grupo 1.

O grupo consegue perceber que há movimento de ar, que move o espiral e que esse movimento do ar se dá por causa do aquecimento causado pela chama da vela. Apesar de não fazer parte do experimento esse grupo percebeu que colocando a mão na lateral da vela proporcionava mais movimento ao ar e conseqüentemente ao espiral. O grupo então manifestou isso e os demais grupos repetiram para comprovar.

"O espiral gira com o calor do fogo concentrado na ponta da vela." Grupo 2.

Apesar de perceberem o movimento do espiral a resposta do grupo não leva em conta que o ar ao redor da chama se move, eles afirmam que o calor concentrado na ponta da vela é o que faz ele girar. Pode-se dizer que o grupo

não está errado, mas poderia ter sido mais claro dizendo que o calor da chama aquece o ar concentrado próximo a ela e esse ar aquecido se move, causando o movimento do espiral.

"Quando colocamos o papel sobre o fogo ele faz um movimento em círculo de um lado para o outro, isso ocorre por causa do calor do fogo, quando colocamos a mão do lado da vela comprime-se o ar fazendo assim a temperatura aumentar mais e assim o espiral se movimenta com mais velocidade." Grupo 3.

Na resposta desse grupo pode ser destacado o fato de definirem que ao colocar a mão na lateral comprime-se o ar fazendo a temperatura aumentar e assim aumentando o movimento. Eles associam o fato do ar encontrar uma barreira lateral, facilitando a convecção, com uma compressão e aumento de temperatura. De fato como o ar encontra dificuldade de se expandir na laterais ele vai ter a possibilidade de se aquecer mais rápido e o movimento ocorre com maior velocidade, verificada no espiral.

"Com o calor da chama o espiral começou a girar rapidamente. Colocando a mão do lado a mesma continua fria e com o calor o espiral fica girando muito." Grupo 4.

O grupo 4 apresenta colocações muito parecidas com as dos demais grupos, destaca-se apenas o fato deles terem adiantado algo que será perguntado no procedimento II. Quando o grupo destaca o fato da mão continuar "fria" eles apontam para a maior propagação de calor no sentido ascendente e não lateral.

Halliday e Resnick (2009), explicam que o fluido em contato com a chama na maioria das vezes fica menos denso e a força de empuxo que atua sobre o fluido aquecido faz com que ele suba, produzindo a convecção.

Na questão seguinte (2-a), referente ao segundo procedimento, o objetivo era que os alunos percebessem também a radiação como um mecanismo de transferência de calor. Abaixo estão as respostas dos grupos:

"Que estava acima da chama." Grupo 1.

"A mão de cima." Grupo 2.

"A mão que fica em cima do fogo." Grupo 3.

"A que estava em cima." Grupo 4.

Essa questão era apenas uma questão de percepção dos alunos e todos perceberam claramente que a mão posicionada acima da chama da vela recebia mais calor. De fato ela serviria para despertar os alunos para a convecção. Fazer com que eles refletissem que há uma certa facilidade do calor se mover nesse sentido e então responderem a próxima questão.

Para a questão seguinte as respostas estão apresentadas a seguir:

"Porque bloqueamos o ar e a tendência da chama é subir e assim esquentamos mais a mão acima do fogo." Grupo 1.

Os alunos associam o aquecimento ao ar quente, apreciam o fato desse ar subir, mas atribuem o aquecimento ao movimento da chama e não do ar.

"A mão de cima recebe mais calor, pois ela para o calor, aumentando de temperatura, por isso que sente queimar. A do lado não esquentamos muito pois o calor está subindo, causando tipo um efeito estufa." Grupo 2.

Os alunos do grupo 2 conseguiram perceber claramente que o maior fluxo de calor é para cima e que a mão atua como uma barreira recebendo esse calor e por consequência aumentando de temperatura.

"Porque a mão sobre a chama recebe mais calor que a do lado." Grupo 3.

Apesar de não explicarem o que faz a mão posicionada sobre a vela receber mais calor que a mão ao lado da vela, esse foi o único grupo que deixou claro que as duas mãos recebem calor, sendo que uma recebe mais que a outra. As respostas dos demais grupos davam a entender que apenas a mão de cima recebia calor.

"Sente que a mão que está acima aquece porque o calor é de baixo para cima." Grupo 4.

O grupo faz uma confusão com o que sente e o que é calor. O fato de sentirem o ar quente subindo e aquecendo a mão posicionada sobre a chama faz eles deduzirem, erradamente, que o sentido do fluxo de calor sempre será de baixo para cima. No caso apresentado realmente o fluxo de calor ocorre nesse sentido, mas não se pode estabelecê-lo como regra pois o sentido natural será sempre da região de maior temperatura para a de menor temperatura.

Em geral os grupos perceberam que o aquecimento do ar provoca seu movimento e que o movimento do ar aquecido possui um sentido bem definido. Assim, sem inserir o conceito de convecção o fenômeno físico ligado a ela já ficou claro para os alunos. Contudo, apenas a resposta do grupo 3 facilita a introdução do processo de transmissão de calor pela luz.

Segundo Young e Freedman (2004) a existência de ondas eletromagnéticas, visíveis ou não, é a responsável pela transferência de calor na forma de radiação. Os autores citam como exemplo a radiação do sol que nos atinge transferindo calor.

Na aula seguinte, também sobre os processos de propagação de calor, os alunos leram e debateram o texto elaborado para essa aula que tratava desses processos e na sequência responderam as atividades. A análise das respostas segue abaixo.

3.3.7 Análise do questionário 4.

O questionário apresentado a seguir trata dos processos de transmissão de calor e suas questões foram chamadas de Q-4.1, Q-4.2, Q-4.3 e Q-4.4.

Q-4.1) Para que os equipamentos de ar condicionado funcionem com maior eficiência é recomendado que eles sejam instalados nas partes superiores do ambiente. Explique baseado nos processos de transmissão de calor, porque essa recomendação é feita.

"Porque o ar quente é menos denso e sobe já o ar frio desce, resfriando o ambiente." Aluno F.

O discente associou a diferença de densidade como causa do movimento do fluido, mostrando uma relação correta entre o volume ocupado pelo ar e a temperatura na qual ele se encontra. No entanto a resposta do aluno não deixa claro se ele entende o conceito de fluido e nem se o fluido em maior temperatura ocupa maior volume, pois nota-se uma reprodução da frase contida no texto da aula expositiva dialógica.

"Porque o ar condicionado libera um ar frio. Sabemos que o ar quente que está no local sobe ao encontro do ar frio, temperando o ambiente à temperatura do ar condicionado." Aluno I.

O aluno I faz colocações semelhantes às do aluno anteriormente citado, no que se refere ao movimento dos fluidos. Contudo, vale ressaltar a fala do aluno ao afirmar "(...) temperando o ambiente à temperatura do ar condicionado". Com tal afirmação ele indica que com o fluxo de calor por convecção, após determinado momento haverá equilíbrio térmico no ambiente. Essa percepção do aluno é importante, pois é um indicativo de que o conteúdo trabalhado anteriormente, equilíbrio térmico, teve aprendizagem significativa.

Segundo Gomes e Garcia (2014), avaliar a evolução conceitual dos alunos e perceber que os conceitos prévios interferiram positivamente nessa evolução é um bom indicativo que esse conceito anterior foi aprendido de forma significativa.

"Porque o calor é trocado por convecção. Para que ocorra movimento da substância e assim deixe um ar misturar no outro." Aluno S.

O aluno S foi o único que destacou o nome do processo envolvido, convecção. Ele descreve corretamente que a convecção é o movimento do ar e que esse processo ocasionará a mistura do ar em menor temperatura com o aquele que se encontra em maior temperatura. No entanto, diferente dos anteriormente citados, esse aluno não destacou a causa do movimento do fluido.

Convecção é um tipo de transferência de energia que acontece quando um fluido, como o ar ou a água, entra em contato com um objeto cuja temperatura é maior que a do fluido. A parte do fluido em contato com o objeto quente aumenta de temperatura e (na maioria dos casos) esse fluido se expande, ficando menos denso. Como o fluido expandido é mais leve que o fluido ao seu redor o empuxo faz o fluido expandido subir e assim o fluido mais frio ocupa seu lugar (HALLIDAY E RESNICK, 2009, p. 201).

Na questão posterior tratou-se do processo da radiação, destacando que esse é o único processo que ocorre no vácuo.

Q-4.2) Mesmo havendo vácuo no espaço o calor emitido pelo sol consegue ser transmitido parcialmente para nosso planeta. Qual processo permite que ocorra essa transmissão? Explique esse processo.

"O calor chega através da luz que o sol emite." Aluno U.

Em sua resposta o aluno U não explicita a forma de transmissão de calor, como foi pedido na pergunta, mas cita quem transmite o calor durante esse processo, a luz. Ainda que a resposta do aluno não seja a esperada para o questionamento, ela aponta o motivo dessa transmissão acontecer no vácuo, uma vez que a luz é uma onda eletromagnética.

"É o calor transmitido pela irradiação solar. Ele que fornece energia para uma planta realizar fotossíntese." Aluno N.

O destaque que o aluno fornece a fotossíntese em sua resposta além de reafirmar o calor como uma forma de energia, mostra a importância da irradiação como forma de transmissão de calor para a manutenção da vida no planeta Terra.

"Radiação. Esse processo de transmissão de calor ocorre por meio da luz, sendo assim o único que pode acontecer no vácuo." Aluno Q.

O aluno Q destaca que a radiação ou irradiação luminosa é o único processo de transmissão de calor que pode ocorrer no vácuo, pois a condução e a convecção precisam da presença de matéria para acontecerem.

De acordo com Young e Freedman (2004), a radiação de ondas eletromagnéticas é o que permite a transferência de calor pela luz, visível ou não. Como essas ondas são capazes de se propagar no vácuo, esse mecanismo de transferência de calor pode acontecer mesmo na ausência de matéria.

A terceira questão trata da transferência de calor por contato, mostrando que essa é uma forma muito utilizada no cotidiano para identificar se a temperatura de um corpo está elevada ou não.

Q-4.3) Pelo tato podemos identificar, por exemplo, se um corpo está em alta temperatura ou baixa temperatura. Essa identificação se deve a um processo de transmissão de calor.

a) Que processo é esse?

Todos os alunos que responderam a esse questionário, afirmaram corretamente que a condução é o processo que permite a identificação dessa diferença de temperatura pelo tato.

Quando você segura uma das extremidades de uma barra de cobre e mantém a outra extremidade no interior de uma chama, a extremidade que você está segurando fica cada vez mais quente, embora ela não esteja em contato direto com a chama. O calor é transferido por condução através do material até atingir a extremidade mais fria. (YOUNG E FREEDMAN, 2004, p. 121).

b) De que forma ele permite essa identificação?

"Nesse processo o calor se move por contato direto entre duas substâncias ou dois corpos. Indo do corpo de menor temperatura para o de maior temperatura" Aluno A1.

Em sua resposta, o aluno destaca a importância do contato para a transmissão de calor por condução, mas ele confunde o sentido natural do fluxo de calor, quando afirma que o calor flui do corpo de menor temperatura para o de maior temperatura. A afirmação está em desconformidade com Young e Freedman (2004), que afirmam a necessidade da diferença de temperatura para existir fluxo de calor e que esse sentido é da região de maior temperatura para a de menor temperatura.

"Quando colocamos a mão em uma panela quente ou fria o calor passa e podemos identificar o processo da condução." Aluno I.

O aluno I não explica o processo de transmissão de calor por condução, mas exemplifica muito bem esse processo com um fato do cotidiano quando fala da troca de calor entre a panela e a mão.

No caso da panela, exemplificado pelo aluno, é mais fácil visualizar a condução, pois a maioria das panelas são metálicas e assim sendo são melhores condutoras de calor.

No interior do metal, alguns elétrons se liberam dos seus átomos originais e ficam vagando através da rede cristalina. Esses elétrons "livres" podem rapidamente transferir energia da região mais quente para a região mais fria do metal, de forma que os metais geralmente são bons condutores de calor. (YOUNG E FREEDMAN, 2004, p. 122).

"Dentro de uma sopa quente, quando for retirar uma colher pegando nela pode perceber o aquecimento." Aluno N.

Apesar de citar um exemplo do cotidiano para descrever a transferência de calor por condução, o exemplo estava no texto que os alunos receberam, então a percepção do aquecimento citada por ele corresponde exatamente ao fluxo de calor da colher aquecida para a mão pelo contato entre esses corpos que estão a diferentes temperaturas, mas não se pode afirmar se o aluno associou o fenômeno ou se reproduziu do texto.

O fato da maioria dos alunos utilizarem eventos cotidianos para explicar a condução de calor mostra o quanto é importante ao aluno associar o fenômeno físico a algo do seu cotidiano, algo com sentido real.

Gomes e Garcia (2014), afirmam que além de um material significativo e de uma estrutura cognitiva ancoradora do novo conhecimento, a disposição em aprender é fator potencializador da aprendizagem significativa.

O objetivo da questão seguinte era relembrar aos alunos o sentido de materiais condutores e isolantes térmicos, fazendo uma associação desse conceito com a transmissão de calor por condução.

Q-4.4) Uma sábia dona de casa para cozinhar uma sopa escolhe uma panela metálica enquanto para servi-la escolhe uma panela de louça. Argumente sobre as escolhas feitas pela dona de casa baseado nos processos de transmissão de calor.

"Painelas metálicas aquecem mais e o calor se espalha mas a louça não, o calor não espalha nem mesmo para a tampa ou para a colher." Aluno G.

A ideia de resistência térmica da louça é discutida pelo aluno em linguagem própria, quando ele afirma que o calor não se espalha na louça como se espalha no metal. Esse conceito de calor sendo espalhado, transmitido, transferido, com mais facilidade em um material que em outro realça o fato dos materiais possuírem diferentes propriedades térmicas.

"A panela de metal cozinha o alimento mais rápido, que ocorre condução. Já na de louça conserva o alimento." Aluno O.

Assim como o aluno anterior, o aluno O faz um comparativo entre a condução nos dois materiais. Ele percebe que, sendo o metal melhor condutor

de calor o cozimento ocorre de forma mais rápida, pois a troca de calor é maior. Quando o estudante afirma que "a louça conserva o alimento", entende-se que ele se refere a temperatura do alimento que se mantém por um intervalo maior, pelo fato da troca de calor ser mais lenta nesse material que no material metálico.

"Ela escolheu a metálica para cozinhar porque ela aquece muito rápido então vai cozinhar a sopa rápido. Escolheu a louça para servir porque ela não vai passar calor para fora da panela evitando a queimadura nas mãos e conservando a sopa aquecida." Aluno S.

Assim como nas demais respostas citadas anteriormente o aluno destaca a relação entre o material melhor condutor e o tempo gasto para cozinhar o alimento, uma vez que sendo melhor condutor há maior fluxo de calor e conseqüentemente o alimento cozinha mais rápido. Além disso, o aluno destaca a troca de calor por condução entre o recipiente e as mãos de quem o segura, explicando a viabilidade do material com maior resistência térmica para servir a sopa.

Halliday e Resnick (2009), destacam que quanto maior a resistividade térmica do material pior condutor de calor ele é, o que dificulta a troca de calor por condução com outro material que esteja em contato com ele.

De um modo geral parece que os alunos entenderam as diferentes formas de transmissão do calor, mas muitas vezes não são capazes de se expressarem utilizando a linguagem científica.

Trabalhados os processos de transmissão de calor, o guia didático seguinte tratou, por meio de texto e discussões, das mudanças de fase das substâncias. Após discorrer sobre o tema os alunos responderam ao quinto questionário, do qual segue a análise.

3.3.8 Análise do Questionário 5.

As questões relacionadas a mudança de fase foram enumeradas como Q-5.1, Q-5.2, Q-5.3 e Q-5.4.

Q-5.1) "Durante a mudança de fase de uma substância pura sua temperatura não se altera, portanto podemos afirmar que não há troca de calor durante esse processo." A frase é verdadeira ou falsa? Justifique.

"Verdadeiro. Quando ele muda de fase não muda a temperatura, pois o calor ele usou pra transformar." Aluno A.

A questão tem duas proposições, onde a primeira é verdadeira e a segunda é falsa e a conjunção destas torna a frase falsa. Ao aluno responder verdadeiro, dá a impressão que ele analisa apenas a primeira parte. Pois ele entende a necessidade do fluxo de calor durante a transformação, mesmo que ele não cause alteração na temperatura.

"Falsa. Ele pode receber calor para a fusão e sua temperatura não muda nesse caso." Aluno C.

É muito comum os alunos citarem como exemplo apenas os fenômenos com os quais eles estão mais habituados, como ocorreu nesse caso, onde o aluno citou apenas a fusão como mudança de fase. Contudo, ele afirma corretamente que durante a mudança de fase, mesmo não mudando de temperatura é necessário que o corpo receba calor.

Segundo Halliday e Resnick (2009), uma amostra de uma substância pode, ao receber ou ceder calor, não sofrer variação de temperatura caso seu estado físico esteja mudando.

"Falsa. Calor e temperatura não são a mesma coisa, então a substância pode receber calor sem mudar de temperatura, quando ela muda a fase." Aluno N.

O aluno faz questão de destacar que há uma diferença entre calor e temperatura e afirma corretamente que a mudança de fase pode ocorrer em temperatura constante.

A questão despertou o interesse dos alunos para a definição de calor como forma de energia. Sendo assim pode ser utilizado não somente para variar a energia cinética das moléculas, mudando a temperatura, mas também para variar o estado físico dessa substância, levando-os a refletir sobre a ideia comum de que fluxo de calor corresponde à mudança de temperatura.

A questão seguinte indagava dos alunos a diferença entre calor latente de fusão e de vaporização, para que eles associassem a quantidade de calor necessária para a mudança de fase com o estado físico que se busca atingir.

Q-5.2) Imagine um recipiente com um cubo de gelo de massa 100 g a 0°C e um recipiente idêntico com 100 g de água a 100°C, ambos em condições

normais de pressão. Por que nessa situação é mais fácil transformar o cubo de gelo em água que transformar a água em vapor?

"O gelo precisa de menos energia para se transformar, porque a agitação das moléculas é pequena." Aluno I.

Na resposta apresentada o aluno faz uma relação entre a energia necessária para a mudança de fase e o estado de agregação das moléculas que formam o corpo ou substância durante um determinado estado. Como no estado gasoso as moléculas estão menos agregadas que no estado líquido, segundo sua comparação para a mudança de líquido para vapor a água precisa de mais energia que durante a mudança de sólido para líquido.

"A evaporação é um processo mais difícil que a fusão por isso gasta mais calor envolvido. A fusão é mais fácil." Aluno L.

O aluno utiliza os termos fácil e difícil para indicar a quantidade de calor que a água precisa em cada situação, inspirado pela indagação da questão. Segundo essa comparação se o processo é "difícil" necessita mais calor e se é "fácil" precisa de menos calor.

Acredita-se que o aluno utiliza esses termos para se referir ao rompimento de interações entre moléculas, considerando que no estado líquido elas se encontram em menor número seria mais fácil rompê-las em comparação ao estado sólido onde elas se encontram em maior número.

"As condições são as mesmas, mas ferver água gasta mais calor porque o gelo derrete rápido e a água gasta uma temperatura maior." Aluno O.

O aluno afirma que "o gelo derrete rápido" relacionando, provavelmente, com a sua vivência de retirar um cubo gelo da geladeira e deixá-lo sob uma superfície à temperatura ambiente. E que "ferver a água gasta mais calor"; pois a partir da temperatura ambiente precisaria fornecer calor. Mas o aluno ainda confunde o conceito ao afirmar que a "água gasta uma temperatura maior". Se a expressão fosse, precisaria atingir uma temperatura maior estaria indo ao encontro do conceito científico.

Vaporizar um líquido significa fazê-lo passar do estado líquido para o estado gasoso. Esse processo, como o de fusão, requer energia porque os átomos e moléculas devem ser liberados de seus aglomerados. (HALLIDAY e RESNICK, 2009, p. 192-193).

Em todas as respostas os alunos propuseram alguma relação entre a diferença do calor latente de fusão e do calor latente de vaporização como sendo algo relacionado ao estado de agregação que as moléculas se encontram.

Na questão seguinte foi pedido aos alunos que colocassem exemplos de transformações físicas.

Q-5.3) Cite um exemplo de cada processo de mudança de fase:

- a) Fusão
- b) Vaporização
- c) Sublimação.

Nessa questão todos os alunos repetiram os exemplos apresentados pelo professor durante a aula expositiva dialógica. Na letra a, gelo transformando em água, na letra b, água transformando em vapor e na letra c, a naftalina mudando de sólido para vapor.

Mesmo os alunos mostrando ter entendido as mudanças de fase eles não conseguiram citar na questão algum outro exemplo do seu cotidiano. Esse fato pode estar relacionado com o que diz Moreira (2011) quando afirma que uma mudança de concepção ou um novo conceito significativo não implica no abandono de um conceito antigo ou em uma associação imediata a outros fatos. Como os exemplos da aula expositiva foram do cotidiano, os alunos se fixaram neles e não buscaram relacionar novos conceitos.

A próxima questão tratou de uma característica importante dos gases, que é a propriedade dos mesmos em adaptar ao volume e forma do recipiente, que os contêm.

Q-5.4) Em cada estado físico as substâncias possuem algumas características em comum. Uma característica do estado gasoso é que um gás ocupa todo o ambiente no qual ele se encontra. Por que essa é uma característica apenas dos gases?

"O gás possui muito calor por isso ele espalha fácil por causa da alta agitação das moléculas." Aluno A1.

Ainda que, o aluno não tenha em sua resposta, discutido claramente sobre a questão da interação entre as moléculas dos gases utilizando os termos pressão, temperatura e volume ele mostra essa relação quando comenta sobre a agitação das moléculas gasosas. Como anteriormente foi relacionado o grau de agitação com calor, ele utiliza da linguagem para expressar o movimento das moléculas de um gás.

"A característica do gasoso é porque as partes do gás estão em alta desordem e alta temperatura e então eles se movimentam para ocupar todo o espaço." Aluno Q.

Assim como o aluno da resposta anterior, o aluno Q responde utilizando termos mais comuns ao seu cotidiano como alta desordem, por exemplo. Nesse caso buscando expressar que não há uma organização das moléculas de um gás como existe, por exemplo, em um sólido.

Essa "desordem" citada pelo aluno é relacionada por ele com a alta temperatura, apesar de não tratar da influência da pressão sobre o gás.

"O gás é livre por isso ele fica do jeito de onde ele é colocado." Aluno Z.

Esse aluno, trata da liberdade das moléculas do gás como a responsável pela facilidade de adaptação que o gás possui ao volume do recipiente.

Segundo Halliday e Resnick (2009), entre as grandezas pressão, volume e temperatura, importantes para definir as principais características de um gás, a pressão se deve a colisão entre as moléculas e as paredes do recipiente, a temperatura relaciona-se com a energia dessas moléculas e o volume deve-se a liberdade de espalhamento dessas moléculas.

Assim, nota-se que os alunos, utilizando da linguagem coloquial, conseguem entender a relação dessa liberdade com o volume do gás e ainda associam isso a outros fatores, principalmente a temperatura. Observa-se também que eles não exemplificaram gases em temperatura ambiente, ocupando grandes volumes. Ou seja, eles conseguiram associar a agitação das partículas apenas em altas temperaturas.

3.3.9 Análise da prova.

Depois de ministradas as 13 aulas, uma prova foi aplicada contendo questões que englobavam todo o conteúdo trabalhado. Os 27 alunos presentes no dia fizeram a avaliação no tempo de uma aula (50 minutos).

A prova era composta por 10 questões dissertativas e foi proposto a eles que escolhessem 8 delas para responder, podendo portanto, descartar duas questões. Assim, as questões rejeitadas seriam inicialmente um indicativo daquilo que os discentes não aprenderam ou não associaram corretamente.

As questões, que doravante serão chamadas P1, P2, P3, P4,..., P10, junto com a análise de algumas respostas selecionadas, são apresentadas a seguir.

P1) Relacione em um parágrafo fisicamente correto as palavras: quente, frio, calor e temperatura.

A primeira questão trata dos conceitos de calor e temperatura e dos respondentes selecionou-se algumas respostas que representam a linguagem da maior parte dos discentes.

"Quente e frio são sensações que vem da temperatura. É o que faz com que as partículas se agitem pelo calor, ou fiquem menos agitadas pelo frio. Calor é uma forma de energia." Aluno I.

O aluno apresenta de forma clara os conceitos de quente e frio como sensações térmicas e ainda destaca o fato do calor, por ser uma forma de energia, ao ser recebido causa agitação nas partículas que constituem o corpo e assim provocar a elevação da temperatura.

"Quente é quando a temperatura está elevada e frio é quando a temperatura está baixa. Calor é quando a temperatura se eleva fazendo as moléculas ficarem mais agitadas." Aluno J.

O aluno não discerne bem o conceito ao afirmar que a temperatura faz as moléculas ficarem mais agitadas e que isso é calor. Contudo associa corretamente quente e frio com a temperatura do corpo.

Apesar das diferenças entre o conceito de calor e temperatura terem sido muito trabalhadas durante as aulas, para vários alunos ainda persiste uma confusão em relação a esses conceitos, relacionando temperatura como calor ou calor como temperatura.

"Calor é a temperatura quente, com as moléculas muito agitadas e frio é a falta de calor com a temperatura gelada, com as moléculas em pouco movimento." Aluno U.

Novamente o aluno parece confundir os conceitos, apesar de relacionar corretamente a temperatura como medida do grau de agitação das moléculas do corpo. Nota-se ainda que ele associa presença de calor com a temperatura alta e ausência de calor com a temperatura baixa, indicando a predominância do sentido coloquial do termo calor.

De acordo com Halliday e Resnick (2009), uma variação de temperatura entre dois sistemas causa um fluxo de energia entre eles até que as temperaturas se igualem. Essa energia que flui, devido a diferença de temperatura, responsável por levar o sistema ao equilíbrio térmico é o que denominamos calor, enquanto que a agitação das partículas constituintes do material determina sua temperatura.

A seguir são apresentadas respostas para a segunda questão, onde os alunos dissertaram sobre materiais isolantes térmicos.

P2) Um bom agasalho é aquele que aquece mais rapidamente o corpo? Explique.

"Não, porque ele não aquece o corpo ele apenas mantém a temperatura em que o corpo se encontra." Aluno A.

"Não. É aquele que isola o calor do seu corpo para que não saia." Aluno L.

"Não. É aquele que não deixa o calor do ambiente passar para você, deixando seu corpo na temperatura do agasalho e o agasalho na temperatura do corpo." Aluno U.

Em todas as respostas apresentadas os alunos mostraram entender que a função do agasalho é isolar termicamente o corpo, evitando troca de calor com o ambiente e assim mantendo a temperatura, para esse fim o agasalho deve possuir alta resistência térmica.

Halliday e Resnick (2009) definem a resistência térmica como uma propriedade de um corpo cuja função é dificultar a transferência de calor desse corpo para o sistema ou do sistema para esse corpo. É importante ressaltar que essa é uma propriedade do corpo e não de um material, assim objetos de mesmo material podem possuir resistências térmicas diferentes.

Comparando as respostas selecionadas, nota-se ainda que elas se completam. A primeira afirma que o agasalho mantém a temperatura, mas não se refere a troca de calor, enquanto que a segunda explica que é o fato dele isolar o corpo que impede que o calor saia e assim a temperatura se mantém. Já na resposta do aluno U, ele destaca o fato do agasalho dificultar também a entrada de calor, complementando a fala dos demais respondentes.

Assim como a segunda a questão número 3 tratou o conceito de isolante térmico dando um exemplo do dia a dia dos estudantes.

P3) É comum as pessoas usarem jornal para enrolar peixes congelados com a finalidade de conservá-los assim por mais tempo. Esse uso é fisicamente correto? Argumente.

"Sim é verdade, porque o jornal vai manter o peixe gelado, mantendo sua temperatura e isolando o calor." Aluno A1.

"Sim porque o jornal é um isolante térmico e o peixe demora mais tempo para descongelar." Aluno G.

"Sim. Quando colocado o papel ele vai isolar e o calor não vai chegar ao peixe tão rápido." Aluno O.

Assim como na questão anterior a terceira indagação foi muito bem respondida pelos alunos que atribuíram ao jornal a propriedade de isolante térmico e a essa propriedade o fato dele conservar o peixe congelado por mais tempo. Percebe-se que a vivência do aluno contribui fortemente para suas respostas, um indicativo de que a aprendizagem do conteúdo foi significativa, uma vez que os alunos conseguiram relacionar o conteúdo visto em sala durante a aula de materiais condutores e isolantes com algo útil de seu cotidiano.

Segundo Moreira (1999), a teoria de Ausubel indica que algo só tem significado de fato se o aluno consegue absorver sua essência e aplicá-la na resposta de situações problemas, como foi notado nas duas questões anteriores.

A quarta pergunta da prova abordava os processos de transmissão de calor, mais especificamente a propagação de calor por meio da radiação.

P4) Durante uma festa junina algumas pessoas rodeiam uma fogueira para buscar se aquecer. Qual processo predominante de propagação de calor da fogueira para a pessoa nessa situação.

"Irradiação, pois as pessoas recebem calor da luz da fogueira para se esquentar." Aluno I.

"Irradiação, eles recebem o calor pela luz da fogueira." Aluno K.

"Radiação, pois ela está recebendo calor através da luz." Aluno X.

É notório que os discentes conseguem relacionar a transmissão de calor com a presença de luz e citam corretamente que esse fenômeno é chamado de irradiação ou radiação.

Halliday e Resnick (2009) destacam que quando o calor flui por meio de ondas eletromagnéticas, onde um sistema as emite e outro absorve, essas ondas são chamadas de radiação térmica e podem transmitir calor de um corpo para outro até mesmo na ausência de um meio material.

A questão seguinte tratava da escala Kelvin de temperatura abordando tópicos como o zero absoluto e a relação entre temperatura e energia.

P5) Entre as diferentes escalas de medida de temperatura destaca-se a escala Kelvin. Nessa escala não há medida negativa de temperatura. Qual a justificativa para que essa escala não possua valores negativos?

"A escala Kelvin não tem medida negativa pois mede a temperatura em grau de agitação." Aluno D.

O aluno D relaciona corretamente o temperatura ao grau de agitação das moléculas e átomos que formam o corpo e nota ainda que sendo medida de agitação não poderia assumir um valor negativo, afinal toda agitação indica movimento e portanto há uma energia associada.

"Porque a escala Kelvin era baseada em energia." Aluno K.

Apesar da resposta sucinta do aluno K, entende-se que ele assim como o aluno citado na resposta anterior, entende que a temperatura não deve assumir valores negativos se indica energia das partículas que formam o corpo ou substância.

"Por não existir temperatura negativa e sim mais alta ou mais baixa agitação." Aluno T.

O aluno T, mesmo com uma expressão menos clara que os alunos anteriores, relaciona a temperatura a agitação e utiliza os termos "mais alta" e "mais baixa" para indicar que essa agitação pode ser menor ou maior, no entanto não será negativa.

Segundo Young e Freedman (2004), entre as escalas mais comumente utilizadas a escala Kelvin é a unidade do sistema internacional de medidas, pois nessa escala apesar de não existir um limite superior de temperatura existe um limite inferior, o chamado zero absoluto ou zero Kelvin. Essa temperatura representa um estado de agitação nula das partículas ou seja um estado onde as partículas constituintes da matéria não teriam nenhuma energia o que teoricamente não é possível.

Na questão número 6 os alunos deveriam discorrer sobre os processos de dilatação. A primeira pergunta da questão arremetia a dilatação anômala da água e a segunda pergunta tratava da dilatação da gasolina, algo mais trivial ao entendimento dos alunos que a dilatação da água.

P6) Os processos de dilatação ocorrem pelo aumento ou redução de volume de uma substância quando aquecida ou resfriada. Baseado na dilatação térmica dos líquidos, responda:

a) Todos os líquidos quando aquecidos aumentam de volume e quando resfriados reduzem? Justifique.

"Nem todo líquido aumenta quando aquecido. O leite quando ferve aumenta e a água quando congela parece que tem mais." Aluno G

O aluno faz uma comparação a partir de exemplos do cotidiano, utilizando para isso o aumento de volume do leite quando aquecido e o aumento de volume da água quando resfriada para embasar sua resposta de que não é todo líquido que ao aumentar a temperatura aumenta o volume.

"Isso depende do líquido e das substâncias que o compõem." Aluno H

O discente, apesar de não exemplificar nem justificar sua resposta, mostra que a dilatação ocorre de forma diferente para materiais diferentes e

sendo assim não se pode generalizar afirmando que todo material quando aquecido aumenta de volume.

"Não é verdade. O líquido quando aquecido pode aumentar de volume, mas também pode diminuir. Exemplo disso é a água." Aluno J.

A resposta do aluno J traz o exemplo da água, contudo o aluno não deixa claro que a dilatação dessa substância é uma exceção perante os demais líquidos e isso deixa a resposta confusa, dando a entender que qualquer líquido pode aumentar ou diminuir de volume quando aquecido.

b) Um bom horário para se comprar gasolina é no final da tarde, pois nesse horário ela já absorveu muito calor e se encontra muito dilatada. Verdadeiro ou Falso? Justifique.

"Falso. Porque quando ela esfriar no tanque do carro ela irá diminuir de volume e assim a pessoa fica no prejuízo. O melhor horário para comprar é de manhã bem cedo ou no final da noite." Aluno K.

"Falso. É bom comprar ela bem cedo porque ela não absorveu muito calor e não dilata tão rápido." Aluno O.

"Falso. O melhor horário seria pela manhã bem cedo, porque quando aquecida ela aumenta o volume por causa da dilatação e quando resfriada ela diminui. Então a melhor opção seria comprar ela resfriada porque ao comprar ela quente no tanque ela vai diminuir." Aluno U.

Essa questão foi respondida corretamente por todos os alunos, mostrando que eles entenderam o fenômeno da dilatação térmica como um processo causado pela transferência de calor e que portanto, quanto mais tempo o líquido ficar exposto absorvendo calor mais dilatado ele se encontra.

É importante novamente destacar que questões como essa, aplicadas ao cotidiano, são as que os alunos encontram menos dificuldade para responder e ainda possuem maior poder de argumentação, mostrando que, como afirma Moreira (1999), a aprendizagem com significado só ocorre quando o aluno consegue aplicar o que aprendeu em situações diversas de seu cotidiano.

A sétima questão retomava com os alunos a questão da troca de calor entre os corpos como processo responsável pelas queimaduras.

P7) Apenas substâncias muito quentes queimam? Argumente.

"Não. Substâncias geladas também queimam, depende da diferença de temperatura de um corpo para o outro." Aluno A.

Apesar de não explicitar que a queimadura é causada pela troca de calor, o aluno mostra que a diferença de temperatura entre os corpos é a responsável por haver fluxo de calor, sendo assim essa diferença a determinante da queimadura.

"Não, porque observando o tempo, quando está muito frio a nossa pele fica avermelhada e ressecada, isto é, o frio também queima a nossa pele." Aluno S.

O aluno utiliza o exemplo dos "dias frios" para mostrar que não é apenas o contato com corpos ou substâncias em alta temperatura que causa queimadura, mas que também as baixas temperaturas a produzem devido a troca de calor.

"Não. Uma coisa muito gelada também faz nos queimarmos, se ficarmos muito tempo no ambiente gelado." Aluno Z.

Assim como o aluno S o aluno Z utiliza de exemplos do ambiente em baixa temperatura como responsáveis pelas queimaduras, indicando mais uma vez que a resposta foi embasada muito mais na vivência do aluno que no conceito científico em si o que contudo, não desmerece sua resposta, pois mostra que houve uma construção ou lapidação do conhecimento.

O processo de transmissão de calor por convecção foi tratado na questão 8. Na tentativa de associar o processo a algo do cotidiano, a questão debatia a convecção produzida pelos aparelhos de ar condicionado.

P8) Explique o motivo dos aparelhos de ar condicionado serem instalados na parte superior dos ambientes.

"Porque o ar quente está na parte de baixo e quando instala o aparelho na parte superior o ar frio desce e o quente sobe e uma hora se mistura e fica tudo frio." Aluno A1.

" A parte de baixo é mais quente e quando o ar condicionado é ligado o ar frio troca de lugar com o ar quente que é menos denso e o ar quente sobe assim deixando a área arejada." Aluno I.

" Porque o ar frio do ar condicionado que é mais denso desce e o ar quente do ambiente sobe, assim resfriando a uma temperatura agradável o ambiente." Aluno K.

Young e Freedman (2004), mostram que a convecção é um dos processos de transmissão de calor, sendo que ela ocorre apenas nos líquidos e gases. Na parte do fluido que se encontra em menor temperatura a matéria está menos agitada e portanto mais densa, sendo assim essa parte do fluido tende a ficar na parte inferior do recipiente ou ambiente em que se encontra, enquanto que a parte mais quente tende a ficar por cima. Sendo assim, variações de temperatura causam o movimento desse fluido e consequentemente a troca de calor até que ocorra o equilíbrio térmico.

Apesar dos alunos localizarem o ar quente na parte de baixo do ambiente no início de sua resposta, ao longo do desenvolvimento de suas falas os alunos citados nessa questão retrataram bem o fluxo de calor por convecção e ressaltaram ainda o fato dela ocorrer pela diferença de densidade, mostrando assim que o processo de fluxo de calor foi entendido pelos discentes.

A questão número 9 era específica sobre o funcionamento do termômetro de mercúrio. Segue algumas respostas dos alunos respondentes.

P9) Explique com suas palavras como funciona um termômetro de mercúrio.

"Se a temperatura de um corpo esta alta o termômetro vai subir até o nível dessa temperatura. Se estiver baixa o mercúrio vai baixar até o nível dela." Aluno S.

A resposta do aluno S é semelhante a de vários alunos nessa questão. Tais alunos descrevem o comportamento do mercúrio no termômetro, mas não explicam o que causa esse comportamento, ou seja, explicam como lêem a temperatura no equipamento e não o processo que faz com que ele funcione.

"Ele recebe calor do corpo até que fiquem na mesma temperatura." Aluno U.

O aluno ressalta o equilíbrio térmico que ocorre entre o termômetro e o corpo do qual se mede a temperatura, indica que esse equilíbrio se dá pela troca de calor entre eles, no entanto não descreve o que faz o líquido termométrico deslocar pelo tubo.

"Um corpo em temperatura alta em contato com o termômetro faz o líquido se aquecer e suas partículas se dilatarem fazendo assim registrar o grau de temperatura." Aluno Z.

A resposta do aluno Z indica corretamente a dilatação como responsável pela contração e expansão do mercúrio ao trocar calor com o corpo do qual se deseja medir a temperatura e mais uma vez, nota-se que as respostas dos alunos se completam demonstrando a importância das respostas dadas individualmente, no momento oportuno serem expostas e debatidas em grupo na tentativa de encontrar um significado mais amplo para cada questão, como defende Carvalho (2013).

Ainda utilizando o termômetro de mercúrio a décima questão tratava do equilíbrio térmico, da necessidade de haver troca de calor entre um corpo e um termômetro durante um certo intervalo para que eles se equilibrem na mesma temperatura.

P10) Quando uma pessoa coloca um termômetro para medir a temperatura do corpo é necessário aguardar um tempo até que a temperatura correta seja registrada. Por que há necessidade de aguardar esse tempo?

"Porque vai haver troca de calor do corpo para o termômetro, assim é necessário esperar que o termômetro se encontre na mesma temperatura do corpo." Aluno A.

"Para que o calor do corpo possa ser transferido para o termômetro." Aluno L.

"Porque esse tempo é o tempo que o seu calor esta sendo passado para o termômetro deixando os dois na mesma temperatura, assim você pode ver qual a temperatura do seu corpo no termômetro." Aluno U.

Na última questão, como se pode observar nas respostas apresentadas, os alunos conseguiram distinguir mais claramente a diferença entre calor e temperatura, pois os respondentes afirmaram que o tempo de espera é para

que haja fluxo de calor entre o corpo e o termômetro e que esse fluxo fará a temperatura variar até o equilíbrio térmico.

O tempo como fator necessário para o equilíbrio ocorrer é corretamente apresentado pelos respondentes.

É conveniente fazer uma comparação entre a primeira e a última questão para entender que, apesar de tratarem no mesmo assunto, na primeira questão não se usou um exemplo ou aplicação para o aluno diferenciar os conceitos de calor e temperatura, talvez por isso eles se opuseram a resolvê-la enquanto que na décima questão a pergunta não foi feita de forma direta e sim por meio de um exemplo e por isso foi respondida pelos alunos com maior facilidade.

3.3.10 Análise das questões rejeitadas pelos alunos na resolução da prova.

O gráfico abaixo mostra a análise de cada questão da prova em função do número de alunos que a descartou.

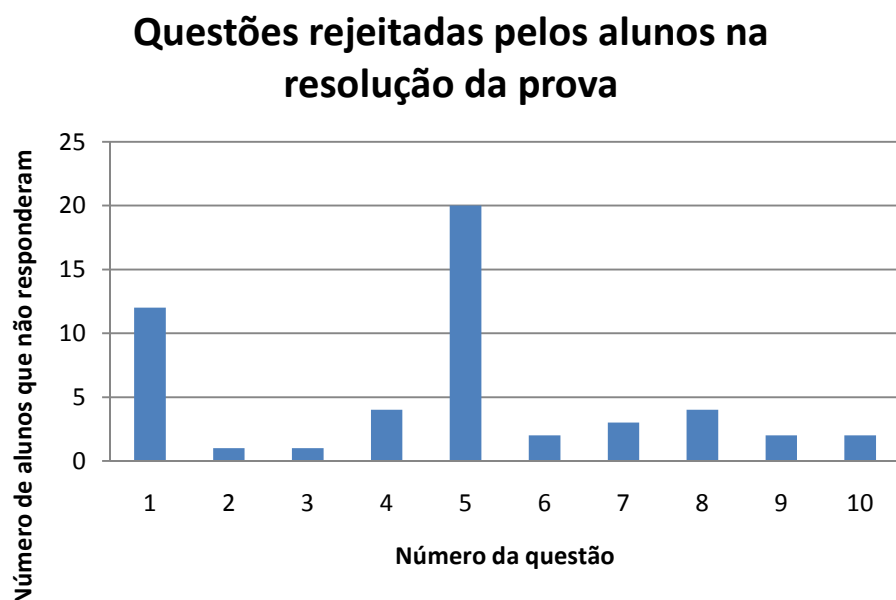


Gráfico 4 : Questões rejeitadas pelos alunos na resolução da prova.

A primeira questão, que trata dos conceitos de calor e temperatura, foi a segunda mais descartada pelos alunos. Dos 27 discentes 12 não a

responderam. Acredita-se ser esse um indicativo da dificuldade que os alunos encontram para diferenciar calor e temperatura e mesmo depois de todas as atividades realizadas essa dificuldade permanece, pois o conceito que eles trazem do cotidiano ainda é fortemente presente. Porém, uma outra possível justificativa para o alto índice de rejeição desta questão é que os alunos não tenham entendido a expressão "parágrafo fisicamente correto".

O fato dos alunos em alguns momentos expressarem utilizando o conceito não científico de calor não significa, porém que ele não foi aprendido por eles. Mortimer (1996) afirma que um novo significado não substitui aquele já existente, ambos convivem e cada um pode ser utilizado em um determinado contexto. Assim, muitas vezes o conceito alternativo se sobressai ao científico, pois ele faz parte do cotidiano do aluno com mais intensidade.

Acrescenta-se ainda a rejeição da primeira questão o fato da dificuldade encontrada pelos alunos em dissertar. Como a questão pedia que fosse redigido um parágrafo, ao ler esse comando muitos alunos já descartaram a questão devido essa dificuldade, constatada diariamente pelo pesquisador e os demais professores da turma.

A segunda questão tratou dos conceitos de condutor e isolante térmico, relacionando-os com os agasalhos. Essa foi uma questão que os alunos tiveram menos dificuldade para responder até mesmo pelo fato de conseguirem associar ao cotidiano. Apenas 1 aluno anulou a questão número 2.

Vê-se nesse caso que os alunos já conheciam as características e aplicações dos isolantes térmicos e apesar do termo não ser usual, ao longo da vida todos esses alunos tiveram uma aprendizagem significativa do que é um bom agasalho, portanto nesse caso ficou mais fácil associar o conteúdo estudado ao conceito já existente. Como ressaltam Mortimer e Amaral (1998), ninguém vai a uma loja e pede por um agasalho que seja um bom isolante térmico e sim por um que aqueça bem o corpo, mesmo sabendo que o agasalho não aquece. Sendo assim têm-se mais um indicativo da convivência do conceito não científico com o científico em concordância.

Assim como a anterior a questão número 3 tratou o conceito de isolante térmico dando um exemplo do dia a dia dos estudantes e por isso a maioria deles não teve dificuldade em responder. Apenas 1 aluno anulou a terceira questão.

Dos 27 alunos respondentes 4 rejeitaram a quarta questão, que tratava do processo de transmissão de calor por irradiação.

A quinta questão, sobre a escala Kelvin de temperatura, foi a mais rejeitada. Apenas 7 alunos responderam a essa questão. Acredita-se que essa rejeição se deva ao fato da pergunta não possuir relação com o cotidiano dos alunos.

Apesar da escala térmica kelvin ter sido trabalhada em sala, os alunos não a utilizam em seu dia a dia e sendo assim encontram muita dificuldade em entender que existem outras escalas além da que eles utilizam, a escala Celsius.

Outro problema é a dificuldade encontrada pelos alunos na linguagem matemática. De acordo com o resultado do programa de avaliação da rede pública de educação básica (Proeb) aplicado em 2014 e disponível no sítio eletrônico da Secretaria Estadual de Educação, dos 104 alunos do EM avaliados na escola, 70,2% possuem rendimento baixo na disciplina de matemática (MINAS GERAIS, 2015).

Entender o significado de números negativos, que era diretamente a pergunta, trata-se de um grande problema para esses alunos e isso dificulta muito o processo de ensino de física na turma avaliada.

Sem as representações simbólicas próprias da cultura científica, o estudante muitas vezes se mostra incapaz de perceber, nos fenômenos, aquilo que o professor deseja que ele perceba (MORTIMER, 1996, p. 24).

A questão número 6 tratava em dois itens dos processos de dilatação. Apenas 2 alunos anularam a sexta questão e os respondentes conseguiram associar facilmente esses processos com situações cotidianas.

A questão seguinte, questão 7, sobre a troca de calor entre corpos. referiu-se a queimaduras no corpo humano e apenas 3 alunos não responderam a essa questão.

Dos inquiridos somente 4 não responderam a oitava questão, que perguntava sobre a troca de calor por convecção. Utilizou-se nessa questão o exemplo dos aparelhos de ar condicionado na expectativa de assim conseguir que os alunos relacionassem o fenômeno da convecção com o cotidiano, o alto número de respondentes é um bom indicativo que o propósito teve efeito positivo.

A questão número 9 pedia aos alunos uma explicação sobre o funcionamento do termômetro de mercúrio. Mesmo que muitos não tenham conseguido descrever esse funcionamento, o índice de rejeição a essa questão foi muito pequeno, apenas 2 respondentes anularam a questão, mostrando que por se tratar de um instrumento que eles conhecem a maioria sente segurança em responder.

Mesmo a questão 10 tratando do mesmo assunto da primeira questão, a relação entre calor e temperatura, como a abordagem nessa questão foi feita de forma diferente, apreciando a questão do equilíbrio térmico e sem especificar o que os alunos deveriam redigir, a aceitação dessa questão foi muito maior que a da primeira questão. Apenas 2 alunos não responderam a 10ª questão.

Essa análise mostra novamente a importância de um trabalho diferenciado na EJA, onde os exemplos sejam mais evidentes e presentes no cotidiano dos alunos, para que eles consigam se expressar mais facilmente relacionando o que aprenderam com o conhecimento que já possuem.

Conforme afirma Moreira (1999), toda a bagagem de conhecimento que esse possui, em algum momento de sua vida tornou-se significativa e, portanto, de acordo com a teoria da aprendizagem significativa, não pode ser apagada de sua mente, mas pode receber um novo significado a partir do momento que o aprendiz conseguir aplicar essa concepção científica do conceito estudado.

Capítulo 4

Considerações finais

A proposta desse trabalho foi desenvolver atividades práticas investigativas, questionários e debates que proporcionassem aos alunos envolvidos a possibilidade da argumentação e de ver a ciência presente em fenômenos do cotidiano, aplicando o conhecimento adquirido em sala de aula para explicação e entendimentos desses. Além disso, prezou-se pela reflexão crítica para que os alunos adquirissem uma aprendizagem significativa.

No contexto desse trabalho, a palavra desconstrução apresentada tem um significado de reorganização dos conhecimentos adquiridos pelo senso comum, traz, portanto, o significado de gerar questionamento quanto àquilo que anteriormente se tinha como certo. Espera-se que o aluno, tendo organizado o que já sabe da vivência com o que aprendeu de ciência, melhore seu poder argumentativo diante de fatos científicos, desenvolvendo a criticidade e a reflexão e amplie seu perfil conceitual.

Como afirma Freire e Shor (2003), há muito tempo que o conhecimento é apresentado para os alunos apenas como uma tarefa imposta pelos programas. Muitas vezes, principalmente no ensino de ciências, essa tarefa não possui significado prático para os discentes, deixando-os desmotivados com os estudos.

O afastamento da aula tradicional para uma aula argumentativa, onde o aluno ganha voz, em princípio causou certa estranheza aos alunos, mas a prática logo revelou questionamentos muito importantes para facilitar a aprendizagem e esses alunos puderam perceber que em uma aula meramente expositiva tais questionamentos poderiam passar despercebidos, ou até mesmo nem ocorrer. Assim, entenderam e valorizaram a proposta das aulas.

Inicialmente os alunos tinham grande dificuldade em manifestar sua opinião sobre determinado assunto, mas com o desenvolvimento da sequência didática eles se tornaram mais participativos, tanto para responder quanto para questionar a resposta dos colegas com críticas construtivas e coerentes, mostrando uma evolução considerável na participação ativa durante as aulas.

Araujo e Mortimer (2014), descrevem a dificuldade que existe de promover o acesso igualitário e significativo dos alunos da educação básica ao conhecimento científico. Nesse contexto surge a importância das atividades reflexivas, das propostas que levem o aluno a pensar sobre o fato e não meramente decorar regras e textos que não lhe trazem significado.

Ainda, segundo Knowles, Holton e Swanson (2015), a missão do professor da EJA não é apenas operar atividades bem sucedidas, mas principalmente desenvolver o entusiasmo dos participantes: alunos, instituição e sociedade. Assim, alarga-se as oportunidades do estudante avançar, social e culturalmente.

Acredita-se que o objetivo de tornar o aluno mais questionador foi atingido na turma avaliada durante essa pesquisa. Os alunos da EJA se mostraram comprometidos com o trabalho e principalmente empolgados em aplicar a ciência conseguindo explicar com mais argumentos fenômenos diários. Conforme a teoria de aprendizagem de Ausubel, essa aplicação ao cotidiano é um bom indicativo que as atividades propostas produziram significado para esses alunos.

Um ponto relevante no desenvolvimento das atividades foi a alta frequência verificada nas aulas de física na turma pesquisada e o fato nenhum aluno dessa turma ter evadido da escola ao longo desse período.

Assim, mesmo conscientes dos problemas enfrentados pela educação, problemas esses que muitas vezes se acentuam ainda mais na EJA, acredita-se que as atividades desenvolvidas produziram uma aprendizagem significativa para os alunos envolvidos e, sobretudo permitiram que o pensamento desses alunos extrapolassem as paredes da sala de aula e dessem novo significado aos conceitos de calor e temperatura que antes eles possuíam.

Deseja-se agora que o material desenvolvido seja aplicado por outros professores em outras realidades para se comprovar a real eficácia do mesmo. Inicialmente esse material já vem sendo aplicado, com as devidas adaptações, em uma escola pública estadual da mesma cidade, na EJA semipresencial.

Ainda como perspectiva futura, há a intenção de produzir outros materiais que sigam essa mesma linha de pesquisa, com outros temas relevantes da física para a EJA, como: energia mecânica, óptica e eletricidade. Assim, espera-se que as atividades investigativas possam ocorrer desde o primeiro período da EJA até a conclusão do curso de ensino médio.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Angélica Oliveira de. **O perfil conceitual de calor e sua utilização por comunidades situadas** / ARAÚJO, Angélica Oliveira de; MORTIMER, Eduardo Fleury. - Belo Horizonte: UFMG, Faculdade de educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, 2014.

ARROYO, M. G. Formar educadores de jovens e adultos. In: SOARES, L. (org.). **Formação de educadores de jovens e adultos**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

BIANCHINI, Thiago Bufeli. **O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de alunos e professores do ensino médio**. 2011. 144 p. (Dissertação de Mestrado em Ensino de ciências) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2011.

BRASIL, Ministério da saúde - DATASUS; **Renda domiciliar de municípios**. Disponível em: www.deepask.com/goes?page=caratinga/MG-Rendadomiciliar:-Veja-a-renda-media-familiar-per-capita-no-seu-municipio. Acesso em 10/06/2014.

CARATINGA. Portal do município. **Localização e dados demográficos**. Disponível em: http://www.caratinga.mg.gov.br/Materia_especifica/6498/Localizacao-e-Dados-Demograficos-. Acesso em: 15-08-2015.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. (Org.). **Calor e temperatura um ensino por investigação**. São Paulo: Livraria da Física, 2013. 146p.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa. **A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinos**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 28, n.2, p. 57-67, 2002.

ESPÍNDOLA, Karen. **A estratégia dos projetos didáticos no ensino de física na educação de jovens e adultos (EJA)** / ESPÍNDOLA, Karen, MOREIRA, Marco Antonio. – Porto Alegre : UFRGS, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2006.

FREIRE, Paulo. **A educação na cidade**. 6ª edição. São Paulo: Editora Cortez, 2005. 144p.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da Liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra LTDA, 1967. 150p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra LTDA, 1987. 107p.

FREIRE, Paulo; SHOR, Ira. **Medo e ousadia**. 10ª edição, Rio de Janeiro: Paz e Terra LTDA, 2003. 224p.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia- Saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Editora Vila das Letras, 45ª Ed. 2013, 111p.

GOMES, André Taschetto; GARCIA, Isabel Krey. **Aprendizagem significativa na eja: uma análise da evolução conceitual a partir de uma intervenção didática com a temática energia**. Investigações em ensino de ciências, Porto Alegre, v19(2), p. 289-321, 2014.

HADDAD, Sergio. **A participação da sociedade civil brasileira na educação de jovens e adultos e na CONFINTEA VI**. Revista Brasileira de Educação v. 14, n. 41, p.355-369, 2009.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos de Física**. 8ªed, v. 2, Ed. LTC, Rio de Janeiro, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Série Estudos e Pesquisas. Minas Gerais – Caratinga – Dados gerais do município. Disponível em :
www.cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=311340&search=minasgerais%7Ccaratinga%7Cinfograficos:-dados-gerais-do-municipio&lang=. Acesso em 10/06/2014.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Resumo técnico do censo da educação básica 2012**, 2013.

KNOWLES S. M.; HOLTON III, E.F.; SWANSON, R.A. **The Adult Learner: The definitive classic in adult education and human resource development** . New York: Routledge, 8 edition, 2015. 402p

KRUMMENAUER, Wilson Leandro; Et al. **Uma experiência de ensino de física contextualizada para a educação de jovens e adultos**. Ensaio, Belo Horizonte, v.12, n.2, p. 69-82, 2010.

MINAS GERAIS. Secretaria estadual de educação. **EJA Presencial** (Educação de Jovens e Adultos). 2013, disponível em <
www.educacao.mg.gov.br/component/gmg/service/1562-educacao-de-jovens-e-adultos-eja-presencial>. Acesso em 20-01-2015.

MINAS GERAIS. Secretaria estadual de educação. **Proposta Curricular – CBC: Física – Ensino Médio**. 2007, disponível em
http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/index.aspx?id_projeto=27&id_objeto=39038&tipo=ob&cp=780031&cb=&n1=&n2=Proposta%20Curricular%20-%20CBC&n3=Ensino%20M%C3%A9dio&n4=F%C3%ADsica&b=s. Acesso em 31-01-2015.

MINAS GERAIS. Secretaria estadual de educação. Resultado Proeb 2014, disponível em:
<http://resultados.caedufjf.net/resultados/publico/apresentacaoreultadospage.jsf?idParticipante=13> . Acesso em 08-07-2015.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999. 195p.

MOREIRA, Marco Antônio. **Metodologias de pesquisa em ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011. 243p.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?** Investigações em ensino de ciências, Porto Alegre, V1(1), p.20-39, 1996.

MORTIMER, Eduardo Fleury; AMARAL, Luiz Otávio F. **Quanto mais quente melhor.** Química Nova na Escola, São Paulo, n. 7, p.30-34, 1998.

MORTIMER, Eduardo Fleury; AMARAL, Edenia Maria Ribeiro do. **Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor.** Revista brasileira de pesquisa em educação em ciências, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 5 -18, 2001.

OLIVEIRA, Edna Castro; *et al.* **EJA e Educação profissional: desafios da pesquisa e da formação no Proeja.** Brasília: Liber Livro, 2012.

OLIVEIRA, Inês Barbosa de. **Reflexões acerca da organização curricular e das práticas pedagógicas na EJA.** Educar, Curitiba, Editora UFPR, n. 29, p. 83-100, 2007.

OLIVERA NETO, Noé Comemorável; **Perfil socioeconômico de alunos da EJA em uma escola pública mineira**, apresentado no XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015, Uberlândia, MG.

SANTOS, Geovânia Lúcia dos. **Educação ainda que tardia:** A exclusão da escola e a reinserção de adultos das camadas populares em um programa de eja. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, n 24, p. 106-125, 2003.

SILVA, Ana Paula Souto. **Situações argumentativas no ensino de ciências da natureza:** Um estudo de práticas de um professor em formação inicial em uma sala de aula da educação de jovens e adultos. / SILVA, Ana Paula Souto; MOUNFORD, Danusa. Belo Horizonte: UFMG, Faculdade de educação, Programa de Pós-Graduação em Educação 2010.

SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SCHIRLO, Ana Cristina. **Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel:** Reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. Imagens da Educação, Maringá, UEM, v. 4, n. 1, p.36-42, 2014.

TEODORO, Antônio; JEZINE, Edineide. (Orgs.). **Movimentos sociais e educação de adultos na Ibero-América.** Lutas e desafios. Brasília: Liber Livro, 2011. 288p.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. **Física II - Termodinâmica e Ondas.** 10ªed. v. 2, Ed. PEARSON, São Paulo 2004.

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE ANUÊNCIA DA INSTITUIÇÃO ESCOLAR.

Título do Projeto: Desconstrução / reconstrução dos Conceitos de Calor e Temperatura: Um olhar sobre o ensino de física na educação de jovens e adultos.

Pesquisadora responsável: Prof^a Dr^a Regina Simplício Carvalho
e-mail: regiscar@ufv.br

Pesquisador Corresponsável: Noé Comemorável de Oliveira Neto
e-mail: noefisica@hotmail.com / fones: (33)33215805 / (33) 91982441

1. Esta seção fornece informações acerca do estudo em que a escola sob sua direção estará envolvida:

A. Estudantes da escola sob sua direção estão sendo convidados a participar em uma pesquisa que visa investigar a aprendizagem significativa na disciplina de Física no conteúdo Calor e temperatura através de situações argumentativas e práticas em sala de aula da Educação de Jovens e Adultos. Para este estudo serão analisadas situações espontâneas ou planejadas pelo docente e os resultados poderão contribuir para que professores de Física ou das demais ciências possam aprimorar suas atividades em sala de aula, contribuindo para a aprendizagem dos estudantes e para a formação docente.

B. Em caso de dúvida, a direção da escola pode entrar em contato com os pesquisadores responsáveis quando eles estiverem na escola ou através dos telefones e endereços eletrônicos fornecidos nesse termo.

C. Se os estudantes de sua escola concordarem em participar deste estudo, os pesquisadores irão guardar cópias de alguns planos de aula do professor e algumas tarefas realizadas por estudantes nas aulas de Física que serão examinadas no futuro (nível I de participação na pesquisa).

D. Além disso, dois outros níveis de participação são necessários. O nível II que está relacionado à filmagem ou gravação das atividades realizadas em aulas e o nível III que se refere à aplicação de questionários aos alunos.

E. Caso estudantes da escola participem desse estudo, não será necessário que eles realizem nenhuma atividade além das que fazem parte da rotina da

sala de aula, exceto quando se dispuserem a responder questionários referentes ao conteúdo trabalhado em sala.

F. Os nomes dos participantes e da instituição serão retirados de todos os trabalhos e substituídos por pseudônimos.

2. Esta seção descreve os direitos dos participantes desta pesquisa:

A. Qualquer pergunta acerca da pesquisa e seus procedimentos podem ser feitas aos pesquisadores responsáveis em qualquer estágio da pesquisa e tais questões serão respondidas.

B. A participação é confidencial. Apenas os pesquisadores responsáveis terão acesso à identidade dos participantes. No caso de haver publicações ou apresentações relacionadas à pesquisa, nenhuma informação que permita a identificação será revelada.

C. A participação é voluntária. Cada estudante é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, bem como para se recusar a responder qualquer questão específica sem qualquer punição e sem necessidade de justificativa junto aos pesquisadores.

D. Caso algum estudante não assine o termo de consentimento para participar dessa pesquisa, o estudante não será filmado e nenhuma atividade executada por ele será recolhida para análise.

E. Este estudo envolverá gravação de áudio e vídeo. Apenas os pesquisadores terão acesso a estes registros. Todos os registros, sem exceção, serão destruídos após o período de cinco anos.

F. Este estudo envolve riscos mínimos, ou seja, nenhum risco para a saúde mental ou física dos participantes além daqueles que encontra normalmente em seu dia-a-dia.

3. Esta seção indica que você está dando seu consentimento para realizar a pesquisa em sua escola:

Participante:

O pesquisador Noé Comemorável de Oliveira Neto, aluno do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), e sua orientadora, Professora Dra. Regina Simplício Carvalho, solicitam a autorização da direção da escola para a participação de seus estudantes neste estudo intitulado **Desconstrução / reconstrução dos Conceitos de Calor e Temperatura: Um olhar sobre o ensino de física na educação de jovens e adultos.**

Eu li e compreendi as informações fornecidas e recebi respostas para qualquer questão que coloquei acerca dos procedimentos de pesquisa. Eu entendi e concordo com as condições do estudo como descritas.

Eu entendo que receberei uma cópia assinada deste formulário de anuência.

Eu, voluntariamente, dou minha anuência à realização da pesquisa na escola sob minha direção.

Portanto, concordo com tudo que está escrito acima.

_____, _____ de _____ de 2014.

Assinatura da diretora da Escola / MASP

Assinatura da Orientadora da Pesquisa
corresponsável
Profª Drª Regina Simplício Carvalho – UFV
e-mail: regiscar@ufv.br

Assinatura do Pesquisador
Noé Comemorável de Oliveira Neto
e-mail: noefisica@hotmail.com
fone: (33) 33215805 / (33) 91982441

ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Alunos.

Aos estudantes do ensino médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Sr(a). estudante,

Estamos iniciando nas aulas de Física um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: **Desconstrução / reconstrução dos Conceitos de Calor e Temperatura: Um olhar sobre o ensino de física na educação de jovens e adultos**, com a participação do professor de Física, Noé Comemorável de Oliveira Neto, aluno de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Viçosa.

A pesquisa será realizada apenas com os estudantes que dela manifestarem consentimento.

A pesquisa envolverá gravação em áudio e vídeo das aulas de Física com o objetivo de melhor compreender as relações que os estudantes jovens e adultos estabelecem com o conhecimento científico escolar. Mais especificamente, esta pesquisa investigará alguns aspectos da aprendizagem, pelos estudantes, dos modelos de calor e temperatura. Para tanto, examinar-se-á as interações discursivas na sala de aula, as atividades práticas e as produções escritas dos estudantes, para analisar como seus modos de dizer se relacionam com o discurso da ciência escolar. Os estudantes não serão obrigados a fazer qualquer atividade que extrapole suas tarefas escolares comuns e o registro audiovisual será de uso exclusivo para fins da pesquisa. Não serão, portanto, utilizados para avaliação de condutas dos estudantes nem para público externo ou interno. Os resultados da pesquisa serão comunicados utilizando nomes fictícios para os participantes, que terão, assim, sua identidade preservada.

Em qualquer momento, você poderá solicitar esclarecimentos sobre a metodologia de coleta e análise dos dados através de perguntas diretas ao pesquisador ou pelo e-mail: noefisica@hotmail.com.

Não haverá nenhum desconforto e riscos para você durante o desenvolvimento da pesquisa. Caso você deseje recusar a participar ou retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa tem total liberdade para fazê-lo.

Atenciosamente,

Noé Comemorável de Oliveira Neto (Professor de Física e pesquisador)

() Concordo e autorizo a realização da pesquisa, com gravação das atividades de Física, nos termos propostos.

Nome do
aluno: _____

Assinatura do aluno

Caratinga _____ de _____ de 2014

ANEXO C - Questionário Socioeconômico

Questionário

Parte I – Questões abertas

1- Em sua opinião, qual a importância dos estudos?

2- Você se sente bem em sua escola? Fale o seu relacionamento com os colegas, professores e demais profissionais da escola.

Parte II – Questões fechadas.

1-Quantas pessoas moram com você? (incluindo filhos, irmãos, parentes e amigos)

- (A) Moro sozinho
- (B) Uma a três
- (C) Quatro a sete
- (D) Oito a dez
- (E) Mais de dez

2- A residência onde você mora é?

- (A) Própria
- (B) Alugada
- (C) Emprestada

3- Sua casa está localizada em?

- (A) Zona rural.
- (B) Zona urbana

4. Somando a sua renda com a renda das pessoas que moram com você, quanto é, aproximadamente, a renda familiar mensal?

- (A) Nenhuma renda.
- (B) Até 1 salário mínimo.
- (C) De 1 a 3 salários mínimos.
- (D) De 3 a 6 salários mínimos.
- (E) Mais de 6 salários mínimos.

5-Qual a sua renda mensal, aproximadamente?

- (A) Nenhuma renda.
- (B) Até 1 salário mínimo.
- (C) De 1 a 3 salários mínimos.
- (D) De 3 a 6 salários mínimos.
- (E) Mais de 6 salários mínimos.

6. Você trabalha ou já trabalhou?

- (A) Sim
- (B) Não (**Passe para a pergunta 12**)

7. Em que você trabalha atualmente?

- (A) Na agricultura, no campo, na fazenda ou na pesca.
- (B) Na indústria.
- (C) Na construção civil.
- (D) No comércio, banco, transporte, hotelaria ou outros serviços.
- (E) Como funcionário do governo federal, estadual ou municipal.
- (F) Trabalho como autônomo (pintor, eletricista, encanador, feirante, ambulante, guardador/a de carros, catador/a de lixo).
- (G) Trabalho em casa de outras pessoas (cozinheiro/a, mordomo/governanta, jardineiro, babá, lavadeira, faxineiro/a, acompanhante de idosos/as etc.).
- (H) No lar (sem remuneração).
- (I) Outro. _____

8. Você trabalha principalmente para:

- (A) Ajudar nas despesas com a casa.
- (B) Sustentar minha família (esposo/a, filhos/as etc.).
- (C) Ser independente (ganhar meu próprio dinheiro).
- (D) Adquirir experiência.
- (E) Custear/ pagar meus estudos.

9. Quantas horas semanais você trabalha?

- (A) Sem jornada fixa, até 10 horas semanais.
- (B) De 11 a 20 horas semanais.
- (C) De 21 a 30 horas semanais.
- (D) De 31 a 40 horas semanais.
- (E) Mais de 40 horas semanais

10. Com que idade você começou a trabalhar?

- (A) Antes dos 14 anos.
- (B) Entre 14 e 16 anos.
- (C) Entre 17 e 18 anos.
- (D) Após 18 anos.

11. Em sua opinião, o trabalho atrapalha seus estudos?

- (A) Sim.
- (B) Não.

12. Você já repetiu de série alguma vez?

- (A) Não, nunca.
- (B) Sim, uma vez.
- (C) Sim, duas vezes.
- (D) Sim, três vezes ou mais.

13. Caso você tenha interrompido os seus estudos, qual principal motivo fez você voltar a estudar?

- (A) Conseguir um emprego.
- (B) Progredir no emprego atual.
- (C) Trocar o emprego atual por um emprego melhor.
- (D) Adquirir mais conhecimento.
- (E) Atender à expectativa de meus familiares.

14. Se você já frequentou o ensino regular, antes de retornar a EJA, em que série você deixou de estudar?

- (A) Não frequentei. Sempre estudei na EJA.
- (B) Entre o 1º e o 5º ano do Ensino Fundamental - (antigo primário, 1º grau).
- (C) Entre o 6º e o 9º ano do ensino fundamental (antiga 5ª e 8ª séries, ginásio, 1º grau).
- (D) Durante o ensino médio (antigo colégio, 2º grau)

15. Se você deixou de frequentar o ensino regular, quantos anos você tinha na época?

- (A) Menos de 10 anos.
- (B) Entre 10 e 14 anos.
- (C) Entre 15 e 18 anos.
- (D) Entre 19 e 24 anos.
- (E) Entre 25 e 30 anos.
- (F) Mais de 30

16. O que o levou a fazer a opção pela EJA?

- (A) Para conseguir o certificado de conclusão do Ensino Médio.
- (B) Por que é a melhor maneira para conciliar meus estudos e trabalho.
- (C) Para conseguir um emprego.
- (D) Para fazer curso profissionalizante e me preparar para o trabalho.
- (E) Para progredir no emprego atual

17. Você já cursou anteriormente a EJA e abandonou?

- (A) Sim
- (B) Não

18- Caso tenha deixado de cursar a EJA indique o principal motivos de ter abandonado?

- (A) Trabalho/ falta de tempo para estudar.
- (B) Estudava no curso da empresa e foi interrompido.
- (C) Problemas de saúde ou acidentes comigo ou familiares.
- (D) Mudança de estado, país ou de cidade.
- (E) Motivos pessoais.
- (F) Não tinha interesse.
- (G) Senti-me discriminado.
- (H) Sofri agressão (física ou verbal).

Outros: _____