

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação

CECIMIG – Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais

ENCI – Especialização em Ciências por Investigação

UMA ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA NO ENSINO DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM TURMAS DO ENSINO MÉDIO

Eliana de Castro Soares

Formiga

Fevereiro de 2013

UMA ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA NO ENSINO DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM TURMAS DO ENSINO MÉDIO

Monografia apresentada ao colegiado do
CECIMIG/FAE/UFMG como parte da exigência
para a obtenção do título de especialista em Ensino
de Ciências Por Investigação.

Orientador: Prof. Dr. Orlando Gomes Aguiar
Júnior.

Formiga
Fevereiro de 2013

SÚMARIO

Introdução	04
Capítulo 01 – Referenciais Teóricos	05
1.1 - Experimentos no ensino de ciências	05
1.2 - Abordagens investigativas no ensino de ciências	06
1.3 - O ensino dos conceitos de calor e temperatura	07
Capítulo 02 – Metodologia de pesquisa	07
2.1 Contexto de ensino e coleta de dados	07
2.2 Sequências das aulas.....	09
2.2.1 - 1ª aula experimental	10
2.2.2 - 2ª aula experimental	11
2.2.3 - 3ª aula experimental	12
2.2.4 - 4ª aula experimental	13
2.2.5 - 5ª aula experimental	14
Capítulo 03 – Discussões e análises dos resultados	14
3.1 - 1ª aula experimental	15
3.2 - 2ª aula experimental	17
3.3 - 3ª aula experimental	19
3.4 - 4ª aula experimental	20
3.5 - 5ª aula experimental	22
Capítulo 04 – Considerações finais	24
Referências Bibliográficas	24
Apêndices: Questionários	25
Apêndice I: Interpretando a atividade I – 1º experimento	25
Apêndice II: Interpretando a atividade II – 2º experimento	26
Apêndice III: Interpretando a atividade III – 3º experimento	26
Apêndice IV: Ampliando seus conhecimentos – 3º experimento	27
Apêndice V: Interpretando a atividade IV – 4º e 5º experimento	28
Apêndice VI: Ampliando seus conhecimentos – 4º e 5º experimento	28
Apêndice VII: Interpretando a atividade V – 6º experimento	29
Apêndice VIII: Ampliando seus conhecimentos – 6º experimento	29
Apêndice IX: Questionário: Aulas experimentais.....	30

INTRODUÇÃO

O ensino de física e ciências por meio do método convencional, ou seja, aulas expositivas seguida por exercícios, tem se mostrado inadequado para promover o interesse dos alunos na análise de situações físicas. Mesmo quando os tópicos de ensino remetem a fenômenos que nos envolvem a todo momento, como os conceitos de calor e de propagação do calor, vemos estudantes apáticos e incapazes de interpretar situações reais ou aplicadas por meio de conceitos e modelos científicos.

Durante algum tempo trabalhando com alunos de diversas redes de ensino percebi que, quando o tema não era apresentado aos alunos de forma que eles pudessem identificá-lo em seu cotidiano, sua visão sobre o fenômeno se tornava limitada e distorcida. Por isso, muitas vezes, os alunos não conseguiam identificar o fenômeno estudado em situações semelhantes à apresentada inicialmente.

A utilização inconsistente do conceito científico de calor pelos estudantes incentivou esta pesquisa para tentar encontrar um método de ensino que trouxesse aos alunos motivação e a capacidade de construir seu conhecimento através de experimentos (com previsões, observações, debates e explicações) de modo que pudessem compreender os conceitos e modelos científicos e utilizá-los em situações em que sejam aplicáveis.

Em busca de um maior interesse dos alunos pelas atividades curriculares, uma sequência de ensino com atividades experimentais investigativas foi utilizada para examinar como estas atividades práticas podem contribuir para a compreensão, pelos estudantes, dos conceitos físicos de calor e temperatura e dos modelos para a propagação do calor.

Os experimentos podem desempenhar diferentes funções didáticas como oferecer suporte para a introdução de um modelo, conceito ou idéia científica; introduzir conflitos (resultados inesperados que permitem problematizar ou desafiar modelos espontâneos dos estudantes); ajudar na visualização de um processo; entre outras funções. A metodologia de ensino utilizada pelo professor também é muito importante e nela se destacam as interações com os estudantes. Assim, por meio de perguntas aos alunos, o professor poderá orientar o olhar deles para os fenômenos em estudo, dando suporte para que suas previsões, observações e interpretações possam avançar em direção ao conhecimento científico envolvido. Ao planejar e desenvolver suas aulas por meio de perguntas e debates, o professor pode estar abrindo um espaço para um maior diálogo dos estudantes com os conteúdos escolares e fomentando o interesse em aprender física.

O objetivo geral desse trabalho é analisar qual o efeito da utilização de experimentos de forma investigativa em sala de aula para o ensino do conceito de calor e dos modelos de transferência de calor. Para isso, desenvolvemos uma sequência de ensino, com cinco aulas experimentais e cinco aulas teóricas, com uma abordagem investigativa.

Este trabalho é constituído de quatro capítulos. O capítulo 1 que trata dos referenciais teóricos que deram subsídio à pesquisa, foi subdividido em três seções: 1.1 que aborda a utilização dos

experimentos no ensino de ciências, 1.2 sobre estudos que mostram abordagens investigativas no ensino de ciências, 1.3 que aborda o ensino dos conceitos de calor e temperatura. O capítulo 2 refere-se a metodologia aplicada no planejamento da sequência de ensino, com uma descrição das aulas realizadas. O capítulo 3 trata dos resultados, análises e discussões do desenvolvimento da sequência de ensino em sala de aula. Finalmente, o capítulo 4 apresenta as conclusões e implicações do estudo.

CAPÍTULO 01– REFERENCIAIS TEÓRICOS

1.1. Experimentos no ensino de ciências

Segundo SILVA (2007), a experimentação realizada de modo formal pode ser definida como uma atividade que tem por objetivo estudar os experimentos. Ela estuda desde seu planejamento, condução e coleta de dados, como também a análise dos dados e a interpretação dos resultados. Assim, o experimentador é considerado o indivíduo responsável pela condução dos experimentos com a maior precisão possível. Nesse contexto, ao se falar em atividades experimentais já se imagina o professor elaborando um roteiro onde todas as etapas da “experiência” são especificadas, segundo Silva e Ferreira (2009). Dessa forma, Silva (2007) e Silva e Ferreira (2009) apresentam um distanciamento entre o experimentador e os observadores, alunos, em práticas de experimentos demonstrativos, ou considerados também como experimentos formais.

No entanto, Paula (1992) apresenta as atividades experimentais em um contexto mais informal, onde afirma que lidamos com seres humanos “construindo conhecimento a cerca de sua realidade”. Assim, o experimento é percebido por ela como uma pergunta que se faz à natureza sendo uma das melhores formas de aprender sobre o mundo físico e entender a própria ciência. Silva e Ferreira (2009) complementa esse pensamento apresentando características onde o experimentador apenas direciona os alunos aos questionamentos, não conduz ao resultado, ocupando um papel de instigar a curiosidade dos alunos.

De acordo com Carvalho (2010), apesar da importância das atividades experimentais elas são pouco frequentes no ensino de física e de ciências. Vários estudantes passam pelo Ensino Fundamental e Médio sem ter contato com a investigação de fenômenos físicos por meio de experimentos. A autora atribui essa ausência a vários problemas que limitam o uso desse recurso tais como o tempo e pressões de cumprimento de conteúdos curriculares e a dificuldade na aquisição e preparação de materiais para os experimentos.

1.2. Abordagens investigativas no ensino de ciências

As atividades com cunho investigativo, ao contrário do ensino tradicional, pretendem envolver os estudantes na solução de um problema. Para isso, os alunos precisam desenvolver, com a mediação do professor e colaboração com colegas, uma reflexão em torno do assunto e gerar hipóteses sobre ele (ZÔMPERO & LABURÚ, 2011).

De acordo com Azevedo (2009), nesse processo de ensino o aluno tem que sair de uma postura passiva e aprender a pensar, trocar ideias, justificar pontos de vista, ouvir e analisar as ideias dos outros alunos em busca da resolução do problema proposto. Neste tipo de ensino a tônica da resolução dos problemas está diretamente ligada à participação dos alunos. Esta perspectiva de ensino se baseia na investigação e possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos. Incentiva, ainda, a cooperação entre eles, favorecendo assim a compreensão da natureza do trabalho científico.

As atividades com abordagem investigativa, sejam elas de laboratório ou não, são significativamente diferentes das atividades tradicionais com demonstrações e experimentações simplesmente ilustrativas, pois a realização dessas aulas demandam: engajamento dos alunos; a formulação de hipóteses; a busca de informação e a comunicação entre os alunos e destes com o professor. Este momento da comunicação é de extrema importância para que o aluno entenda o que está sendo desenvolvido através dessa metodologia (ZÔMPERO & LABURÚ, 2011).

As experiências didáticas também podem favorecer o desenvolvimento de habilidades e atitudes adequadas à formação para a cidadania, pois estimulam os estudantes na busca e pesquisa de informações sobre temas em livros e na Internet, na realização de leituras, na escrita de resenhas, no seu modo de expressar oralmente e defender idéias (HYGINO; SOUZA & LINHARES, 2012).

Os autores citados tomam o ensino por investigação como uma nova metodologia que pode ser capaz de motivar os alunos na aprendizagem dos conteúdos escolares e, principalmente, contribuir para a formação do pensamento crítico.

1.3. O ensino dos conceitos de calor e temperatura.

O eixo temático IV, da proposta curricular dos conteúdos básicos comuns (CBC) de Física no ensino médio, apresenta o tópico 26 que recomenda como habilidade básica que os alunos saibam: compreender que a energia interna de um corpo está associada à energia de movimento aleatório das partículas que o compõem; saber que a temperatura de um corpo é uma grandeza que está associada à sua energia interna; saber que, quando dois corpos trocam calor entre si, eles tendem a uma temperatura final comum chamada de temperatura de equilíbrio térmico; e o tópico 28 desta

proposta curricular recomenda: saber que o calor é uma forma de energia que passa de um corpo para outro devido à diferença de temperatura entre eles; compreender a diferença entre calor e temperatura; resolver problemas envolvendo trocas de calor entre dois corpos. No entanto, sabemos que tais habilidades não estão normalmente presentes entre estudantes de ensino médio e esta é uma condição preliminar para o tratamento de conteúdos da termodinâmica.

De acordo com Costa e Cunha (2011), os alunos ao ingressarem na escola já possuem certas concepções sobre diversas situações do seu dia a dia, ou seja, seu conhecimento prévio dessas situações.

Essas concepções espontâneas são também citadas por Mortimer e Amaral (1998) quando relatam que os conceitos de calor e temperatura são muitas vezes considerados idênticos pelos estudantes, pois essas palavras são intercambiáveis na linguagem cotidiana (“está calor” significa que a temperatura é alta). Outras vezes, os estudantes acreditam que o calor é diretamente proporcional à temperatura, pois eles só utilizam a palavra calor no sentido de “coisas quentes”. Costa e Cunha (2011) afirmam, ainda, que frio e o calor são muitas vezes tratadas como coisas distintas, ao contrário do que sugere o significado do conceito científico de calor.

Por esses e outros motivos, os estudantes possuem uma série de dificuldades quando precisam distinguir calor de temperatura. Normalmente, as formas que estes termos são apresentados aos alunos pelo professor soam como confusos e até mesmo como se o significado desses fossem parecidos ou iguais.(COSTA & CUNHA, 2011)

Para esses autores (MORTIMER & AMARAL, 1998) a utilização de atividades que procuram auxiliar os estudantes na construção dos conceitos científicos e explicitar as concepções básicas dos conceitos de calor e temperatura é considerada fundamental para que os estudantes entendam conceitos científicos e os diferenciem dos conceitos cotidianos.

Segundo Carvalho Jr (2005), não há um caminho certo para levar ou não um sujeito a compreender um conceito físico. Embora os procedimentos que levam um sujeito a aprender não sejam padronizados, é importante que qualquer prática educativa dê voz ao estudante. Segundo o autor, o ensino construtivista, ao dar voz aos estudantes na interpretação de situações físicas, auxilia a aproximação dos alunos com os objetos de conhecimento.

CAPÍTULO 02 – CONTEXTO E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

2.1 Contexto de ensino e coleta de dados

Os alunos que participaram desta pesquisa fazem parte da turma da segunda série do Ensino Médio de uma escola da rede particular de ensino. A classe é composta por treze alunos.

A proposta foi uma sequência de ensino com 10 aulas, 5 experimentais e 5 teóricas, intercaladas. O horário das aulas experimentais foram extra-turno, com intuito que não houvesse um atraso no conteúdo didático programado para aquele período. Cada experimento teve duração de aproximadamente uma hora e foi apresentado pela professora à classe. Apesar disso, os experimentos tiveram caráter investigativo, isto é, a professora introduzia questões, procurava ter dos alunos uma antecipação de resultados e, uma vez realizado o experimento, buscava examinar possíveis interpretações aos mesmos.

A escola não apresenta infra-estrutura para a realização de atividades experimentais, por isso as atividades experimentais investigativas propostas foram escolhidas visando à utilização de materiais de fácil acesso. A escolha da turma e da escola foi sugerida de modo facilitar o trabalho proposto, uma vez que a metodologia de ensino utilizada apresentava-se como um grande desafio para a autora deste relato.

A decisão de gravar em áudio e vídeo as aulas experimentais da sequência de ensino teve dois objetivos: 1. Examinar como a professora introduz, por meio de experimentos, aspectos dos conceitos e modelos científicos envolvidos; 2. Examinar os modos de participação dos estudantes na construção de sentidos relativos aos fenômenos apresentados e aos conceitos envolvidos. As aulas teóricas, embora consideradas importantes na metodologia de ensino proposta, não foram gravadas, pois o foco da pesquisa se dirigiu às aulas experimentais e seus efeitos no engajamento e aprendizagem dos estudantes. Apesar disso, por restrição de tempo, não transcrevemos ou analisamos trechos das aulas. A gravação serviu apenas para a consulta dos dados para a escrita desse relatório de pesquisa.

De acordo com as normas do COEP-UFMG, antes das gravações foi enviada uma autorização escrita para os pais dos alunos que permitiram a realização de cada gravação e utilização das falas para o desenvolvimento do projeto.

Durante a análise destes vídeos não foi possível o entendimento de algumas falas, isto ocorre em dois momentos, um deles é quando há uma grande interação entre os alunos e outra quando os alunos falam em voz baixa. Nestes momentos as anotações realizadas auxiliaram a interpretar os acontecimentos.

Os conhecimentos adquiridos durante a realização das aulas experimentais puderam ser sistematizados, generalizados e aplicados em outras situações através de cinco aulas teóricas, uma aula após cada aula com experimentos, realizadas em horário escolar e com duração de 50 minutos cada uma.

Dois questionários foram aplicados ao final de cada experimento. Isso foi feito com a intenção de examinar os movimentos de apropriação dos conceitos apresentados através do experimento. Por essa razão, os questionários solicitavam do aluno não apenas a interpretação da situação experimental proposta, mas ainda outras situações para as quais se esperava a utilização dos mesmos conceitos. Além disso, para avaliar o grau de apropriação, pelos alunos, dos conceitos

relativos às transferências de calor, propusemos, ao final da sequência de ensino um desafio aos estudantes no intuito de que estes demonstrassem sua interação e aprendizado durante a sequência de ensino.

2.2 Sequências das aulas

Apresentamos, a seguir, uma breve descrição da sequência de ensino, com destaque para as aulas experimentais. Cinco aulas experimentais, com duração de aproximadamente uma hora cada uma, foram realizadas. As aulas experimentais eram seguidas de aulas expositivas realizadas em horário escolar, com duração de 50 minutos cada. Neste capítulo, farei as indicações do planejamento das atividades, dos procedimentos e intenções que orientaram seu uso em sala de aula. No capítulo seguinte, irei examinar como os alunos reagiram a essa proposta e que evidências temos do seu engajamento e aprendizagem.

		Conteúdo	Atividade
1ª aula	Experimental	Transferência de calor Materiais condutores e isolantes térmicos	1º experimento: Observando os efeitos da transferência de calor 2º experimento: Os agasalhos nos aquecem?
2ª aula	Teórica	Conceito de calor Conceito de temperatura Transferência de calor Materiais condutores e isolantes térmicos	Exposição teórica
3ª aula	Experimental	Diferenciação de sensação térmica e temperatura Transferência de calor por condução	3º experimento: As sensações ao tato e a transferência de calor por condução.
4ª aula	Teórica	Sensação térmica Temperatura Calor Transferência de calor	Exposição de exemplos sobre o conteúdo e exercícios relacionados.
5ª aula	Experimental	Transferência de calor por convecção	4º experimento: transferência de calor por convecção 5º experimento: transferência de calor por convecção e equilíbrio térmico.

6ª aula	Teórica	Transferência de calor por convecção	Exposição teórica sobre o conteúdo e resolução de exercícios relacionados.
7ª aula	Experimental	Transferência de calor por radiação.	6º experimento: Transferência de calor por radiação
8ª aula	Teórica	Transferência de calor por radiação.	Exposição teórica do conteúdo e resolução de exercícios.
9ª aula	Experimental	Calor Temperatura Transferências de calor	7º experimento: Desafio
10ª aula	Teórica	Calor Temperatura Sensação térmica Transferência de calor por condução, convecção e radiação.	Debata sobre todo o conteúdo da sequência de ensino e sobre exercícios relacionados.

2.2.1 - 1ª aula experimental

Com o objetivo de introduzir os conceitos transferência de calor e materiais condutores e isolantes térmicos, esta aula foi desenvolvida por meio de dois experimentos.

1º Experimento: Observando os efeitos da transferência de calor

Os alunos observam a realização do experimento que mostra um aquário dividido em duas partes iguais por uma folha de alumínio, dentro deste aquário é colocada água em ambas partes a temperaturas diferentes e dois termômetros submersos um em cada porção de água.

A questão problema proposta foi: “O que acontece com a temperatura das porções de água (a diferentes temperaturas) quando colocadas em contato? Qual a influência da diferença de temperatura entre elas?”.

Ao longo do experimento os estudantes foram estimulados a formular hipóteses para as mudanças de temperatura observadas. A intenção deste procedimento era a de que os estudantes identificassem a transferência do calor entre as duas porções de água como agente causal das variações de temperatura observadas.

2º experimento: Os agasalhos nos aquecem?

O experimento realizado mostra primeiramente dois cubos de gelo de mesma dimensão. Os alunos são questionados sobre o que ocorre com estes cubos quando os colocamos dentro de um prato, sendo que um deles vai ser enrolado em uma flanela. Várias hipóteses são formuladas pelos alunos diante da questão.

Após um intervalo de 5 minutos, a flanela foi retirada do cubo de gelo para que os alunos pudessem observar e comparar o resultado. Houve um debate sobre o aspecto do gelo observado após este intervalo de tempo e os motivos para tal.

Após o debate entre os alunos, uma experiência similar foi proposta. Duas batatas, com temperatura interna de aproximadamente 60°C, foram colocadas sobre um prato e uma delas envolvida por uma flanela. Durante o intervalo de tempo de 5 minutos, os alunos formularam hipóteses diante dessa situação proposta. Após este intervalo de tempo a batata que estava envolvida na flanela foi retirada e as temperaturas internas de ambas foram medidas com o auxílio de um termômetro.

Neste momento, os questionamentos giraram através das perguntas: “Porque corpos com diferentes temperaturas ao serem colocados em contato tendem a adquirir o mesmo valor para a temperatura?” e “Qual o papel da flanela no caso apresentado a vocês?”

Em seguida, dois questionários (apêndice 1 e 2) foram entregues a eles no final desse processo para que escrevessem sobre o que haviam entendido sobre os conceitos adquiridos durante a experimentação e as discussões sobre o assunto.

Este tema foi retomado em uma aula expositiva na qual foi apresentado e sistematizado o conceito de calor como energia transferida de um corpo para outro em virtude de uma diferença de temperatura entre eles. Tal conceito emergiu da análise das situações experimentais realizadas anteriormente.

2.2.2 - 2ª aula experimental

Esta aula experimental teve por objetivo que os estudantes compreendessem por que existem diferenças entre as sensações provocadas pelo tato e as medidas de temperatura que podemos fazer com o auxílio dos termômetros. Permitiu, ainda, a introdução do conceito da transferência de calor por condução. Ela foi desenvolvida através de vários debates ao longo de um experimento apresentado aos estudantes.

3º experimento: As sensações ao tato e a transferência de calor por condução.

Primeiramente são mostrados aos alunos dois blocos de mesmas dimensões, um de alumínio e outro de madeira com um orifício central. A pergunta inicial é: “Quando introduzir um termômetro em cada orifício dos blocos, qual a expectativa de vocês sobre a temperatura deles?”. Várias hipóteses surgiram neste momento.

Em seguida o termômetro foi introduzido em ambos os blocos e alguns alunos tocaram nos blocos e compartilharam as sensações obtidas neste momento com o restante da sala.

Dando sequência a este experimento, um dos alunos foi convidado a segurar o bloco de alumínio na mão enquanto outro aluno efetuou, com um termômetro, a medida da temperatura interior do bloco ao final de um intervalo de tempo de 3 minutos. Algumas hipóteses sobre o que ocorreria foram formuladas neste momento e a temperatura final registrada ao final do experimento. O procedimento foi repetido com o bloco de madeira e os resultados discutidos com a mediação da professora.

Por fim discutiram tipos de materiais utilizados na vida cotidiana que conduzem melhor o calor. Para finalizar esta atividade investigativa, eles responderam dois questionários (apêndice 3 e 4) um sobre a própria experiência e outro relacionando o que eles aprenderam com outras situações similares.

No dia seguinte, uma aula expositiva foi utilizada para que os alunos pudessem conhecer os termos científicos do livro didático e relacioná-los com as observações feitas durante o experimento sobre a transferência de calor por condução.

2.2.3 - 3ª aula experimental

Este experimento teve como objetivo a compreensão, pelos estudantes, do fenômeno físico da transferência de calor por convecção.

4º experimento: Transferência de calor por convecção

A montagem consiste em um aquário cheio de água, com um ebulidor é fixado à meia altura. Dois termômetros, A e B, medem a temperatura da água abaixo e acima do ebulidor, respectivamente. A professora inicia a aula apresentando a montagem à turma e demandando previsão do que irá acontecer quando ligar o ebulidor à tomada: “Ao ligar o ebulidor, o que deve ocorrer com a temperatura da água no fundo e na superfície deste recipiente?”

Algumas hipóteses foram formuladas pelos alunos. O ebulidor foi, então, ligado por 2 minutos. Feitas as medidas, a professora conduziu um debate com a turma de modo a explicar as diferenças observadas.

5º experimento: Transferência de calor por convecção e equilíbrio térmico.

De forma a auxiliá-los no entendimento da convecção mais um experimento foi realizado nesta aula. Ele consiste em um aquário com água e dois pequenos recipientes de vidro, um com água fria e corante azul e outro com água quente e corante vermelho. O recipiente com a água fria (azul) é colocado virado para baixo e preso, por um suporte, na superfície do aquário; o recipiente com água quente (vermelho) é colocado na parte inferior do aquário.

Durante a montagem do experimento, foi dado um tempo para os alunos formularem hipóteses do que aconteceria quando as tampas dos recipientes colocados na água fossem abertas. O debate com os alunos, mediado pela professora, foi retomado após as observações realizadas durante o experimento.

Após a realização dos experimentos, dois questionários (apêndice 5 e 6) foram entregues aos alunos. O primeiro questionário continha questões sobre o experimento e o segundo, questões que relacionavam o que haviam observado no experimento com outras situações similares da vida cotidiana.

No dia seguinte, os alunos tiveram uma aula expositiva sobre o processo transferência de calor por convecção, com consulta ao texto do livro didático. A intenção foi a de sistematizar e generalizar os princípios envolvidos na atividade experimental realizada e discutir suas implicações em contextos diversos.

2.2.4 - 4ª aula experimental

A aula foi realizada objetivando a introdução do modelo de transferência de calor por radiação e a compreensão do mesmo pelos estudantes.

6º experimento: Transferência de calor por radiação

Neste experimento, foi necessário uma lâmpada de 200 W instalada em um porta lâmpada. Ao ligar a lâmpada, alguns alunos foram convidados a colocarem a mão acima da lâmpada, a uma determinada distância, e descrever a sensação térmica obtida.

A professora propunha, então, a seguinte questão para debate: “Se não há contato entre a lâmpada e a palma de sua mão, como é possível sentir o calor transmitido por ela?”. Então, em sequência, os alunos são direcionados a colocar a mão ao lado da lâmpada e abaixo dela. E em cada momento a questão era repetida aos alunos para que eles pudessem analisar o modo que o calor estava sendo transferido a palma de suas mãos.

A seguir foi proposto mais uma situação problema: “A transmissão de calor através dessa radiação era transmitida da mesma forma por todas as superfícies?”

Para analisar melhor esta situação, pegamos, primeiramente, uma lamina de alumínio, colocamos um pouco de óleo somente para untar a peça e um ovo de codorna em seu centro e colocamos sobre a lâmpada acesa. Logo em seguida, repetimos o experimento com uma lamina de alumínio enegrecida com tinta guache.

Após a sequência experimental, os alunos responderam dois questionários (apêndice 7 e 8), o primeiro sobre o que eles conseguiram entender das situações e o segundo relacionando o fenômeno apresentado e discutido em sala de aula em novos contextos.

No outro dia, uma aula de 50 minutos foi dividida em dois momentos. Primeiramente foi apresentado aos alunos como o livro didático apresenta a transferência de calor por radiação e eles começaram a relacionar o experimento com o conteúdo. Após este primeiro momento, alguns minutos da aula foram utilizados para um debate sobre os três tipos de transferência de calor que eles aprenderam.

2.2.5 - 5ª aula experimental

A proposta dessa aula foi de verificar a assimilação dos estudantes sobre o conteúdo lecionado nesta sequência de ensino.

7º experimento: Desafio

Para o último dia deste projeto foi proposto aos alunos que desenvolvessem em grupos um projeto de um equipamento que fosse o mais eficiente em evitar transferência de calor de uma porção de água quente colocada em seu interior. O equipamento poderia ser composto por materiais diversos, mas teria que ser fabricado, ou composto, pelo grupo (ou seja, não seria possível utilizar equipamentos prontos, disponíveis no mercado).

O teste da eficiência do equipamento seria feito em sala de aula, medindo a temperatura de uma porção de 200 mL de água, inicialmente a 50° C, depois de 5 minutos em seu interior.

CAPÍTULO 03 – DISCUSSÕES E ANÁLISES DOS RESULTADOS

A intenção deste capítulo é colocar em evidência os movimentos de construção compartilhada de sentidos e a participação dos estudantes propiciados pelo ambiente de ensino investigativo descrito no capítulo anterior. Ou seja, nos interessa saber se os estudantes apresentam engajamento com as atividades propostas e se estas são efetivas no sentido de permitir uma apropriação, pelos

estudantes, do conceito científico de calor e dos modelos de transferência de calor por condução, convecção e radiação.

3.1 - 1ª aula experimental

1º experimento

Os estudantes observavam o momento em que as duas partes do aquário são preenchidas por porções de água com temperaturas diferentes. Enquanto o procedimento estava sendo realizado, as perguntas utilizadas para estimular o pensamento crítico dos alunos foram: “O que acontece com a temperatura das porções de água quando colocadas nas duas partes do aquário? Qual a influência da diferença de temperatura entre elas?”

Ao longo do experimento os estudantes tentavam formular hipóteses para as mudanças de temperatura observadas: troca de temperatura com o ambiente, influência do material que separa os dois líquidos, transferência do calor através do ar e/ou através da folha de alumínio.

Enquanto debatíamos os resultados do experimento, os valores de temperatura nas duas porções de água eram medidos por 2 alunos e anotados no quadro pela professora. Através desses debates, eles puderam perceber que o calor era transmitido através da folha de alumínio, mas esta constatação trouxe a eles um novo problema: “Era possível conseguir este resultado independente do material que separava as duas porções de água?”

Então foi apresentado outro experimento para que buscassem as respostas das indagações que foram surgindo ao longo da alteração da temperatura no experimento apresentado.

2º experimento

Primeiramente são apresentados aos alunos dois cubos de gelo de mesmas dimensões, mas somente um deles é envolvido em uma flanela. Os alunos, então, são questionados sobre o que ocorrerá com estes cubos de gelo no decorrer de 5 minutos.

As hipóteses formuladas pelos alunos foram: A flanela irá aquecer o gelo e ele vai derreter mais rápido; a flanela iria conservar a temperatura do cubo de gelo e o cubo de gelo ia demorar mais a derreter; os dois cubos iam derreter ao mesmo tempo e em um curto intervalo de tempo; a flanela ia transferir calor do ambiente para o gelo e este pedaço de gelo ia derreter mais rápido.

Passados os 5 minutos, a flanela foi retirada do cubo de gelo e os alunos puderam constatar que o cubo que estava envolvido na flanela teve um menor derretimento. Após esta constatação foram instigados pela professora a identificar os motivos do fato observado.

Aos poucos, através da troca de idéias, eles chegaram à conclusão que a flanela impedia a transferência de calor do ambiente para o gelo¹.

Então, uma situação semelhante foi proposta aos alunos. Ao repetirmos o processo, agora com duas batatas cozidas e com mesma temperatura interna, o que ocorreria se somente uma delas fosse envolvida na flanela e ambas fossem deixadas sobre a bancada pelo mesmo intervalo de tempo?

As hipóteses formuladas diante dessa situação foram: A batata envolvida na flanela iria ter, ao final, maior temperatura, pois flanela ia segurar o calor; a flanela ia absorver o calor da batata, assim a temperatura da batata na flanela iria ser menor; a temperatura da batata na flanela não iria se modificar, enquanto a temperatura da batata sem a flanela iria diminuir.

Ao final dos 5 minutos propostos para esta atividade, os alunos observaram que a temperatura interior da batata envolta na flanela era maior do que a temperatura interior da outra batata. Ambas apresentavam uma temperatura inferior à que possuíam no início do experimento.

Os resultados eram, portanto, semelhantes aos do experimento com os cubos de gelo e os conceitos evocados na primeira situação puderam ser aplicados à segunda.

Com o intuito de aprofundar as discussões sobre o assunto, a professora fez duas perguntas aos estudantes, para abrir mais espaço para as discussões sobre o que tinham visto durante esta aula experimental: “Porque corpos com diferentes temperaturas ao serem colocados em contato tendem a adquirir o mesmo valor para a temperatura?” e “Qual o papel da flanela nos dois casos (gelo e batata aquecida)?”

Nesses momentos, a professora aguardava e incentivava a participação dos estudantes, garantindo espaço para que eles analisassem e discutissem resultados dos experimentos e possíveis causas dos mesmos. Estes estudantes conseguiram compreender a idéia da transferência de calor através de corpos com diferentes temperaturas, do equilíbrio térmico atingido entre corpos em contato, da diferença entre materiais considerados condutores e isolantes térmicos.

Em seguida um questionário (apêndice 1) foi entregue aos alunos. Este questionário foi aplicado com a intenção de identificar o grau de compreensão sobre o primeiro experimento apresentado. Através das respostas foi possível perceber que a maioria dos alunos foi capaz de identificar as trocas de calor ocorridas em corpos de diferentes temperaturas colocados em contato, citando com o exemplo a situação presenciada durante o experimento.

De acordo com as respostas deste questionário, somente um aluno da turma ainda estava confuso sobre os conceitos e citou em seu questionário que estaria havendo transferência de temperatura entre os corpos. Todos os demais estudantes já se familiarizavam com o conceito de transferência de

¹ A flanela não impede completamente as transferências de calor (de outro modo, o gelo não derreteria) mas apenas reduz a taxa de transferência de calor entre o ambiente e o gelo. É preciso, ainda, notar que a flanela também transfere calor ao gelo mas, tendo pouca capacidade térmica, logo estará à mesma temperatura que o gelo fundente.

calor². Alguns deles chegaram a relacionar o grau de agitação de moléculas no corpo e sua temperatura. Também é possível perceber que os alunos identificaram o equilíbrio térmico depois do contato entre esses corpos após certo intervalo de tempo.

O segundo questionário (apêndice 2) entregue em seguida contém três questões a respeito do segundo experimento apresentado aos estudantes.

Através deste questionário foi possível perceber que todos os alunos concluíram que a flanela é um isolante térmico. Cada um descreveu da sua maneira como eles acreditam que este material possa impedir ou reduzir a “troca” de calor com o ambiente. Até este momento nenhum aluno havia citado a troca de calor com outros corpos (como a própria flanela, por exemplo).

Durante a descrição do experimento, um aluno ainda se mostrou confuso nos termos a utilizar. Ele descreveu a flanela quando utilizada com o gelo como um material que impede que haja troca de calor, no entanto na mesma questão, ele já descreve a flanela como um meio de conservar o calor e que assim o corpo ficaria mais quente. Os demais apresentavam certo conhecimento sobre o tema e utilizavam, sobretudo, os termos “ganha e/ou perde calor” para descrever o processo.

3.2 - 2ª aula experimental

3º experimento

Dois blocos com as mesmas dimensões estão em contato sobre uma mesa, sendo um bloco feito de metal e o outro, de madeira. A professora com dois termômetros em mãos questiona os estudantes: “Quando introduzir um termômetro em cada orifício dos blocos, qual a expectativa de vocês sobre a temperatura deles?”

Várias hipóteses surgiram neste momento. Algumas delas foram: A temperatura deles vai ser a mesma por estarem em contato; o metal vai ter uma maior temperatura, pois ele absorve mais calor; como a madeira é isolante sua temperatura vai ser menor; os dois blocos têm a mesma temperatura porque estão em contato com o ambiente; o bloco de metal vai ter uma temperatura menor, porque é mais “frio”.

Ao introduzir o termômetro eles percebem que os blocos apresentavam a mesma temperatura.

² Apesar desses termos evocarem um certo substancialismo (calor como algo material, que se transfere de um lugar a outro e está contido nos corpos), tal concepção não foi posta em questão ao longo desta sequência de ensino. Os problemas da concepção de calor como algo material que se conserva nas transferências de um lugar a outro está na dificuldade em conceber que calor e trabalho são processos equivalentes e que o calor pode ser transformado em energia mecânica ou vice-versa.

Em seguida, dois alunos foram convidados a se levantar. Um deles segurou em sua mão o bloco de metal com o termômetro em seu orifício central, enquanto o outro acionou o cronometro, anotando a variação de sua temperatura ao final de um intervalo de tempo de 3 minutos.

Duas hipóteses foram sugeridas pelos alunos sobre o que ocorreria neste momento: 1. a temperatura aumentaria sempre indiferente do tempo que o aluno segurasse o bloco; 2. a temperatura teria uma pequena elevação inicial mas logo se estabilizaria.

Ao final do procedimento pode-se perceber um aumento de 9°C na temperatura interna do bloco metálico.

O mesmo procedimento foi repetido agora com o bloco de madeira.

As hipóteses formuladas pelos alunos diante desta proposta foi que não haveria qualquer aumento na temperatura ou que haveria um pequeno acréscimo na temperatura do bloco de madeira.

Após os 3 minutos pode se perceber que houve um aumento de 1°C.

Em seguida, alguns alunos quiseram tocar estes blocos e um deles indagou o motivo então do bloco de metal parecer estar mais “frio” que o bloco de madeira. Isso instigou a curiosidade de outros alunos e fomentou novos debates sobre o assunto. Durante esse debate foi possível perceber que os alunos já buscavam no conceito de transferência de calor como explicação para este fato.

Ao final da aula, dois questionários foram entregues aos alunos para serem respondidos individualmente, com o propósito de analisar o grau de compreensão e assimilação dos conceitos pelos estudantes. O primeiro questionário entregue (apêndice 3), contém cinco questões sobre o experimento apresentado.

De acordo com as respostas dos estudantes, eles buscaram explicar a diferença na sensação térmica produzida ao contato com os blocos pela condução do calor através do tato. Todos os alunos identificaram a diferença entre a sensação térmica e a temperatura dos materiais mostrando uma compreensão também no conceito de materiais condutores e isolantes.

O segundo questionário (apêndice 4) aplicado nesta aula relaciona o que aprenderam no experimento com outras situações do cotidiano. O questionário contém cinco questões.

Quanto ao conteúdo de transferência de calor só houve confusão na resposta de uma aluna que citou transferência de temperatura. Os demais alunos demonstram um entendimento adequado sobre o assunto, sendo que alguns deles ainda extrapolam a pergunta quando explicam que, com o decorrer do tempo, estes corpos ainda em contato acabaram entrando em equilíbrio térmico.

Mesmo em situações diferentes da apresentada durante o experimento os alunos apresentaram respostas coerentes e o entendimento dos processos de transferência de calor por condução e sensação térmica; e dos conceitos de temperatura, calor, equilíbrio térmico, materiais isolantes e condutores térmicos.

3.3 - 3ª aula experimental

4º experimento

Nesta aula um aquário cheio de água foi apresentado aos alunos e estes foram informados que um ebulidor seria introduzido nesta água em sua parte central. Porém, antes de colocar o ebulidor submerso na água, a professora levantou uma questão para começar as discussões sobre o assunto: “O que deve ocorrer com a temperatura da água no fundo e na superfície deste recipiente?”.

Diante dessa questão, algumas hipóteses foram formuladas pelos alunos: A água vai se aquecer igualmente em todos os pontos desta; água no fundo do recipiente se aquecerá mais do que a água na superfície, a água na parte superior do recipiente vai se aquecer mais do que na parte inferior.

Neste momento, o ebulidor foi introduzido no líquido e eles perceberam que o termômetro fixado na parte superior marcava um valor para temperatura maior do que o termômetro fixado na parte inferior do aquário.

5º experimento

Para ilustrar melhor o fenômeno observado no quarto experimento, os alunos são informados de que dois frascos, um contendo uma mistura de água e corante vermelho com maior temperatura e outro contendo uma mistura de água e corante azul com temperatura ambiente, vão ser colocados dentro de um aquário completamente cheio de água a temperatura ambiente.

As hipóteses dos alunos durante a montagem do experimento foram: O líquido vermelho, quente, iria se espalhar por todo o recipiente e o líquido azul, frio, iria se manter dentro do seu recipiente, pois o líquido vermelho está a uma temperatura diferente da água do aquário; o líquido azul iria se espalhar afinal a sua temperatura é a mesma da água contida no recipiente; os dois líquidos iriam se espalhar e se misturar.

Quando os dois frascos foram introduzidos, os alunos perceberam que o líquido vermelho se transportou até a superfície e o líquido azul se moveu para a parte inferior do aquário. Durante as discussões sobre o experimento apresentado os alunos fizeram a relação entre os dois experimentos e concluíram que a massa de líquido com maior temperatura tinha tendência a se manter na parte superior. Desse modo, os alunos foram capazes de compreender que, em fluidos, o transporte de energia térmica é realizado através do transporte de matéria, processo a que denominamos convecção.

Com o passar do tempo eles perceberam que à medida que a porção de água igualava sua temperatura, as cores se misturavam com toda porção de água contida no recipiente, reforçando assim o conceito de equilíbrio térmico.

Após a apresentação dos experimentos, dois questionários foram aplicados simultaneamente. O primeiro (apêndice 5) contém quatro questões sobre os dois experimentos apresentados nessa aula.

A partir dele é notável que os alunos perceberam uma ligação entre a temperatura dos fluidos e sua densidade, em termos de dilatação de materiais e da relação entre a densidade e flutuação em fluidos. Também está presente em todos os questionários o entendimento do transporte de matéria através da convecção que pode ser mais bem percebido pelos alunos através do segundo experimento apresentado nesta aula.

Quando solicitado que estes estudantes citassem situações do cotidiano onde poderiam notar este fenômeno houve as mais diversas respostas como as brisas terrestres e marítimas quando se encontram na praia, a circulação de ar dentro da geladeira, entre outras.

Na tentativa de identificar se os alunos conseguiam perceber este processo nos diversos momentos que ele está presente em nossas vidas, um segundo questionário (apêndice 6) contendo cinco questões foi aplicado.

Através dele foi solicitado aos alunos que identificassem transferências de calor por convecção em vários processos como procedimentos para gelar um barril de chope, funcionamento de aquecedores, congeladores e sistemas de refrigeração.

As respostas dos alunos mostram um alto grau de compreensão em relação ao conteúdo conseguindo relacionar com certa facilidade o fenômeno em diversas situações. Foram, ainda, capazes de concluir que os fluidos são maus condutores de calor (não há praticamente transferências de calor por condução em fluidos), mas que o mecanismo de transferência de calor por convecção é bastante eficiente.

Apesar disso, dois alunos se confundiram ao descrever a posição que deve ser instalado o aquecedor de ar dentro de uma residência.

3.4 - 4ª aula experimental

6º experimento

Dois alunos são chamados até a mesa, no centro da sala, onde uma lâmpada de 200 W está instalada em um porta lâmpada. Primeiramente é pedido aos alunos, um de cada vez, que coloquem,

sem tocar, a mão acima e abaixo da lâmpada e que descrevam aos outros alunos a sensação sentida.

Os dois alunos disseram a turma que sentiam um certo calor na palma da mão tanto quando ela era colocada abaixo quanto acima da lâmpada, a diferença na sensação entre os procedimentos foram o alvo de discussões e deram início a um debate sobre as situações-problema: “Se não há contato entre a lâmpada e a palma de sua mão, como é possível sentir o calor transmitido por ela?” e “Qual o motivo das diferentes sensações observadas quando nossa mão é colocada acima ou abaixo da lâmpada?”

As hipóteses sugeridas pelos alunos foram que o calor estaria se transferindo de alguma forma através do processo de convecção, condução ou radiação, neste momento é possível perceber algumas dúvidas sobre como o calor poderia estar sendo transferido entre os meios.

Após algumas discussões, os estudantes perceberam que a transferência do calor não acontecia por condução afinal não havia contato durante o processo. A partir, dessa constatação os alunos debateram a respeito dos outros dois tipos de transferências do calor, convecção e irradiação. Ao analisarem que o experimento estava ocorrendo em meio de um fluido, o ar, estes alunos explicaram primeiramente o processo de convecção que era possível perceber através do aquecimento do ar em contato com a lâmpada que aumenta sua temperatura, diminui sua densidade e sobe em direção à sua mão. Deste modo transferia-se o calor a ela, enquanto isso, a nova camada de ar com menor temperatura entra em contato com a lâmpada, reiniciando o ciclo.

Mas neste momento a pergunta de um aluno: “E quando a mão é colocada abaixo da lâmpada? O procedimento não pode ser o mesmo, pode?”, começou então um novo debate entre os estudantes que tentavam explicar o fenômeno observado.

Neste momento, os alunos sugerem que poderia estar havendo influência da radiação em ambos processos e começaram a questionar o grau de influência da radiação em cada caso. Aproveitando o interesse dos alunos sobre a radiação, a professora introduz uma pergunta ao debate: “A radiação era absorvida da mesma forma por todas as superfícies?”.

Pensando na questão, alguns alunos disseram que sim, mais outros disseram que não, sem conseguir explicar o porquê. Neste momento foi proposto colocar duas lâminas, uma de alumínio e outra de alumínio enegrecida com tinta preta, com um ovo de codorna em seu centro. Assim, a professora questiona os estudantes: “O que ocorrerá quando eu colocar sobre a lâmpada essas duas lâminas com os ovos de codorna?”

As hipóteses sugeridas entre os alunos foram: os ovos iam fritar com o calor da lâmpada ao mesmo tempo; não seria possível fritar os ovos daquela maneira; o ovo que estava na lâmina de alumínio enegrecida ia fritar em um tempo menor, pois a superfície enegrecida ia absorver melhor o calor ; o ovo que estava na lâmina de alumínio ia fritar em um tempo menor, pois o alumínio é melhor condutor de calor do que o alumínio quando enegrecido com tinta preta.

A lâmina de alumínio é colocada no suporte da lâmpada e o ovo cozido nela demorou cerca de 4 minutos para fritar. Em seguida, a lâmina de alumínio enegrecida é colocada no suporte da lâmpada. Com essa peça conseguimos fritar o ovo de codorna em cerca de 2 minutos.

Assim, os alunos puderam perceber que o ovo cozinha mais rapidamente com a lâmina de fundo enegrecido. Questionando sobre os motivos da diferença de tempo em ambas as lâminas, os alunos conseguiram perceber que apesar da lâmpada emitir uma dada quantidade de calor; comparada à lâmina de alumínio, a lâmina escurecida absorve maior quantidade de calor por radiação e, por isso, sofre maior aumento de temperatura.

Ao final aula, dois questionários foram entregues aos estudantes. O primeiro (apêndice 7) tem três questões a respeito do experimento realizado.

Através dele os alunos mostravam entendimento sobre o experimento e ao citarem exemplos do fenômeno apresentado a maioria escolheu situações relacionadas à radiação solar, o exemplo mais familiar para estes.

O segundo questionário (apêndice 8) contém sete questões relacionando o experimento com situações semelhantes que podem ser observados no dia a dia de todos os estudantes.

De acordo com as respostas obtidas neste questionário, os alunos compreenderam que não é preciso contato para que haja transferência de calor entre os corpos; que a radiação pode ser absorvida de diferentes formas, por exemplo: corpos escuros absorvem maior radiação; que a radiação pode ser propagada mesmo sem a existência de um meio material. No entanto, houve confusão na resposta de dois alunos ao se referirem à reflexão da radiação em corpos claros.

3.5 - 5ª aula experimental

Desafio

O desafio proposto consistia em criar um recipiente que evitasse a transferência de calor para o ambiente, mantendo constante a temperatura de uma porção de 200 mL de água quente colocada em seu interior. Para comparar os resultados, é importante que a temperatura inicial da água colocada no interior dos reservatórios seja a mesma, de 60° C. A variação da temperatura dentro dos recipientes era registrada em um intervalo de 3 minutos.

Durante a apresentação os alunos alguns recipientes chamavam a atenção não só por ter mantido a temperatura praticamente sem grandes alterações, como também pela associação de materiais utilizados.

A descrição de alguns materiais e a variação de temperatura registrada, em °C, durante o intervalo de tempo proposto é apresentado na tabela abaixo:

Descrição do recipiente	Varição da temperatura nos primeiros 3 minutos:
A - Uma lata metálica toda envolvida por quatro camadas tanto internamente quanto externamente: uma camada de fita adesiva, uma camada de isopor, folha de Ethil Vinil Acetat (E.V.A.) preta e por fim, uma camada de fita isolante preta.	0,3 °C
B - Uma lata metálica onde a tampa de plástico do recipiente foi pintada de preto, dentro do recipiente de suas paredes internas são revestidas por uma camada de isopor com duas camadas de alumínio envolvendo este isopor.	0,5°C
C - Um copo de alumínio com o seu interior enegrecido e somente no fundo do recipiente um pedaço de isopor foi colocado, para tampar o recipiente foi utilizado um pedaço papel alumínio.	1,9 °C
D - Um copo de vidro tampado com papel alumínio e todo lacrado com fita adesiva	2 °C
E - Um copo de plástico rosa com seu interior pintado de preto e uma folha de alumínio toda amassada dentro do copo foi tampado com uma folha de alumínio e lacrado com uma fita adesiva.	2,1°C
F - Um copo de plástico com uma camada algodão em suas paredes internas fixadas por uma fita adesiva	2,2 °C
G - Uma vasilha circular feita de um plástico grosso, toda envolvida por papel alumínio. Sem tampa.	4,3°C

Na criação desses recipientes, eles demonstraram uma compreensão das diferentes formas de transmissão de calor, afinal pensaram em várias formas de impedir sua a transferência, explicando para a turma qual a finalidade de cada material utilizado.

Para finalizar esta sequência de ensino, um questionário (apêndice 9) foi aplicado. Este questionário foi direcionado a saber a posição dos alunos perante essas aulas experimentais. Todos os alunos consideraram que as aulas experimentais ajudam no aprendizado do conteúdo e que deveriam participar da metodologia escolar. Quando questionados sobre a frequência da utilização de

experimentos em sala de aula, a opinião se dividiu. Alguns acreditam que deveria ser usado sempre na introdução de cada matéria, outros acham que deveria ser estipulado uma aula por semana.

CAPÍTULO 04 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida nos mostra como pode ser trabalhado abordagens dialógicas em aulas experimentais sobre as transferências de calor, com intuito de atrair a atenção e a curiosidade dos alunos sobre o tema.

No desenvolvimento dessa seqüência pedagógica foi possível perceber que este tipo de abordagem não é muito usual, por isso em alguns momentos é perceptível a dificuldade em optar por questionar os alunos ao invés de proporcionar respostas prontas. Apesar disso, a medida que o dialogo vai se tornando algo próprio da aula, os alunos vão se sentindo mais a vontade para questionar e analisar os dados de acordo com a sua visão crítica. Além disso, no decorrer das aulas os estudantes começam a entender e respeitar a opinião de todos em busca de uma resposta comum.

Durante essa seqüência de ensino, o interesse dos alunos e principalmente o grau de questionamento, mesmo nas aulas teóricas, aumentou significativamente. A partir do momento que os alunos foram construindo seus conhecimentos básicos sobre o tema, eles foram capazes de assimilar com mais facilidades temas relacionados.

Um bom exemplo disso é apresentado pelos alunos ao responder os questionários finais, onde alguns estudantes começaram a relacionar a temperatura com o grau de agitação das moléculas de um corpo e o calor como fluxo de energia que sempre passa de um sistema a uma temperatura maior para um outro a uma temperatura menor.

A realização da pesquisa serviu para revelar e confirmar cada vez mais, a importância das atividades práticas investigativas no ensino de Física como uma forma de estimular os alunos ao pensamento crítico sobre temas do seu cotidiano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFIAS

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Thomson Learning, 2004, p. 19-32.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Física: As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A.M.P. (org.) Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Thomson Learning, 2004, p.53-74.

CARVALHO JR., G. D. Trajetórias de aprendizagem de alunos de ensino médio: Produção de significados em um curso introdutório de Física Térmica. 2005. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação, UFMG, Minas Gerais.

COSTA, M. S. V.; CUNHA, V. A. Concepções espontâneas sobre calor e temperatura de estudantes do 2º ano do ensino médio. V Colóquio Internacional: Educação e Contemporaneidade. São Cristovão, SE, 21-23 set, 2011.

HYGINO, C. B.; SOUZA, N. S.; LINHARES, M. P. Reflexões sobre a natureza da ciência em aulas de Física: Estudo de um episódio histórico do Brasil Colonial. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.7, n.2, p. 14-24, 2012.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química nova na escola*, n.7, p. 30-34, maio, 1998.

PAULA, H.F.; Dos experimentos às experiências: O laboratório no ensino de ciências. *Jornal Carpe Diem, Belo Horizonte*, novembro de 1992.

SILVA, L. H. A.; FERREIRA, T. M. A. O. Experimentos e demonstrações de física como instrumento da prática pedagógica no ensino de ciências. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 8 de novembro de 2009

SILVA, R. B. V. Curso básico de estatística experimental: Uso do SISVAR na análise de experimentos. 2007. UFLA, Minas Gerais.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências:** Aspectos históricos e diferentes abordagens. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v.13, n.3, p.67-80, set./dez., 2011.

APÊNDICES: QUESTIONÁRIOS

APÊNDICE I: Interpretando a atividade I – 1º experimento

Interpretando a atividade I

1. O que você pode perceber ao colocar em contato objetos de diferentes temperaturas?
2. Se neste experimento aumentássemos a temperatura da água com o corante vermelho (que já possui temperatura mais elevada), aconteceria alguma modificação no processo demonstrado? Explique.
3. De acordo com o experimento, o que ocasiona os resultados obtidos?

Apêndice II: Interpretando a atividade II – 2º experimento

Interpretando a atividade II

1. Qual o papel que a flanela teve nas experiências realizadas com o gelo e com a batata? Explique.
2. As experiências realizadas nessa exploração nos permitem afirmar que os cobertores nos aquecem?
3. De acordo com as observações que você realizou nessa experiência, diga qual é a função dos cobertores e agasalhos.

Apêndice III: Interpretando a atividade III – 3º experimento

Interpretando a atividade III

1. Como você explicaria as diferenças na sensação térmica provocada pela madeira e pelo metal quando entramos em contato com esses materiais e os percebemos pelo tato?
2. É possível corpos com a mesma temperatura provocarem sensações térmicas diferentes? Justifique sua resposta
3. Como você explicaria as diferenças observadas no modo de variação da temperatura no interior de cada bloco, enquanto os mantemos apertados entre as mãos?
4. Se nosso tato não avalia a temperatura, o que ele avalia?

5. Então, o que causa a variação na temperatura dos blocos enquanto eles são mantidos apertados dentro de nossas mãos?

Apêndice IV: Ampliando seus conhecimentos – 3º experimento

Ampliando seus conhecimentos

1. Uma pessoa coloca uma pedra de gelo em um copo de limonada. Pode-se falar, nesse caso, em transferência de calor? Justifique.

2. Na linguagem cotidiana, o frio e o calor são, muitas vezes, utilizados como termos opostos. As frases abaixo são igualmente adequadas, em situações da vida cotidiana ou para o estudo científico de fenômenos térmicos?

a) “Feche a janela para o frio não entrar”.

b) “Este agasalho me esquenta muito”.

3. Um menino deixa sua bicicleta fora de casa e, pela manhã, sente as partes metálicas do guidom muito “frias” e as partes de borracha “não tão frias”.

a) O que se pode dizer sobre as temperaturas desses objetos? Justifique.

b) Por que o menino teve diferentes sensações ao tocar nesses materiais?

4. Num mesmo ambiente, se você tocar um objeto metálico com uma mão e um objeto de madeira com a outra, vai sentir que o primeiro está "mais frio" que o segundo. Como você explica esse fenômeno se os dois objetos estão no mesmo ambiente e, portanto, na mesma temperatura?



5. Os esquimós constroem seus iglus com blocos de gelo, empilhando-os uns sobre os outros. Se o gelo tem uma temperatura relativamente baixa, como explicar esse seu uso como "material de construção"?



Num antigo jingle de uma propaganda, ouvia-se o seguinte diálogo: - Toc, toc, toc, - Quem bate? - É o frio! E no final eram cantados os seguintes versos: "*Não adianta bater, eu não deixo você entrar, os cobertores das Casas Pernambucanas é que vão aquecer o meu lar*". Que comentário você tem a fazer sobre a veracidade física dessa propaganda?

Apêndice V: Interpretando a atividade IV – 4° e 5° experimento

Interpretando a atividade IV

1. Como você explica as diferenças observadas na variação da temperatura nos termômetros colocados em níveis diferentes do recipiente?
2. Cite alguma situação do seu cotidiano na qual você pode perceber este fenômeno.
3. O que provoca a separação da água com corante vermelho e com corante azul dentro do recipiente? Justifique sua resposta.
4. Este experimento teria o mesmo resultado se colocássemos os frascos em uma substância sólida? Explique.

Apêndice VI: Ampliando seus conhecimentos – 4° e 5° experimento

Ampliando seus conhecimentos

1. Com base na propagação de calor, explique por que, para gelar o chope de um barril, é mais eficiente colocar gelo na parte superior do que colocar o barril sobre uma pedra de gelo.
2. De acordo com o que aprendeu até agora, complete as lacunas:

O congelador é colocado na parte superior dos refrigeradores, pois o ar se resfria nas proximidades dele, _____ a densidade e desce. O ar quente que está na parte de baixo, por ser _____, sobe e resfria-se nas proximidades do congelador. Nesse caso, o processo de transferência de energia na forma de calor recebe o nome de _____.

3. Você deseja aquecer água contida num recipiente cilíndrico de grande altura, e dispõe para isso de um aquecedor elétrico de imersão. Em que posição deve colocá-lo dentro da água: embaixo, no meio ou no alto do recipiente? Justifique sua resposta.

4. Após a limpeza de sua geladeira, uma zelosa dona-de-casa revestiu as prateleiras da geladeira com papel alumínio. Quais as conseqüências desse impensado procedimento?

5. Um aparelho de refrigeração de ar deve ser instalado em local alto ou baixo num escritório? E um aquecedor de ar? Por quê?



Apêndice VII: Interpretando a atividade V – 6º experimento

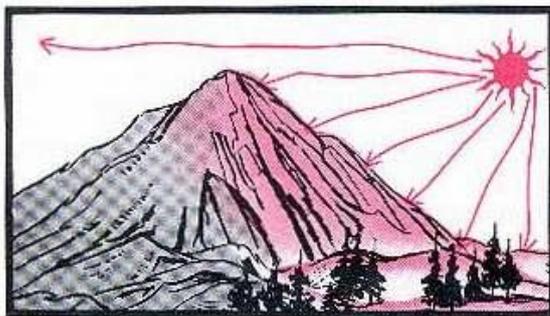
Interpretando a atividade V

1. Como você explicaria a transferência de calor, mesmo sem haver contato entre a fonte de calor e superfície do metal?
2. Houve diferença no tempo gasto para fritar o ovo nas superfícies metálicas? Justifique sua resposta.
3. Cite um exemplo do seu cotidiano relacionado com o experimento realizado.

Apêndice VIII: Ampliando seus conhecimentos – 6º experimento

Ampliando seus conhecimentos

1. Quando estamos próximos a um forno muito aquecido, a quantidade de calor que recebemos por condução e convecção é relativamente pequena. Entretanto, sentimos que estamos recebendo calor. Por quê?
2. Dois automóveis, um claro e outro escuro, permanecem estacionados ao Sol durante certo tempo. Qual dos dois você acha que se aquecerá mais? Explique.
3. Têm-se dois copos, com a mesma quantidade de água, um aluminizado A e outro negro N, que ficam expostos ao Sol durante uma hora. Sendo inicialmente as temperaturas iguais, no decorrer de uma hora, o que é mais provável que ocorra?
4. A Terra recebe energia do Sol, qual tipo de transmissão de calor pode ser identificada, neste caso? Explique.
5. Qual o tipo de roupa mais adequada para os dias de verão? Explique.
6. Por que os aquecedores a energia solar são pintados de preto fosco?
7. Como se dá a propagação do calor do Sol até a Terra se entre esses astros não existe meio material?



Apêndice IX: Questionário: Aulas experimentais

Atividades Experimentais

1. Você considera que as aulas experimentais ajudam no aprendizado do conteúdo? Justifique sua resposta.

2. As aulas experimentais deveriam participar da metodologia escolar? Explique.
3. Com qual frequência você acredita que deveriam ser usados os experimentos em sala de aula?