



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

MATHEUS FERNANDES MOURÃO

UMA PROPOSTA DE AULA INVESTIGATIVA SOBRE CONVECÇÃO

FORTALEZA

2017

MATHEUS FERNANDES MOURÃO

UMA PROPOSTA DE AULA INVESTIGATIVA SOBRE CONVECÇÃO

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em Física.

Orientador: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M891p Mourão, Matheus Fernandes.
Uma Proposta de Aula Investigativa Sobre Convecção / Matheus Fernandes Mourão. – 2017.
48 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências,
Curso de Física, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho.
1. Ensino por investigação. 2. Ensino de física. 3. Termodinâmica. I. Título.

CDD 530

MATHEUS FERNANDES MOURÃO


UMA PROPOSTA DE AULA INVESTIGATIVA SOBRE CONVECÇÃO

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Física do Centro de Ciências da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em Física.


Orientador: Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho

Aprovado em 11/07/2017


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Afrânio de Araújo Coelho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Marcos Antônio Araújo Silva (1ª Membro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)



Prof. Dr. Nildo Loiola Dias (2ª Membro)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus

Aos meus pais, Patricia e Enny.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre me dar forças e proporcionar a conquista de mais uma vitória em minha vida.

Aos meus pais, Patricia Fernandes e Enny Mourão, por todos os conselhos que me deram para que eu não desistisse de meus ideais, por toda compreensão, amor, incentivo e apoio incondicional que me ajudaram a alcançar mais um objetivo de minha vida.

A minha namorada, Luciana Rebouças, pelo apoio, paciência, ajuda e por se envolver em meu trabalho, sempre acreditando em meu potencial e me motivando a alcançar meus objetivos.

Ao Prof. Dr. Afrânio Araújo Coelho, meu orientador, por todo o apoio, auxílio ao longo deste trabalho e pela prontidão em sempre ajudar nas sugestões, orientações e correções.

A minha família, por toda força e incentivo que me deram.

À banca examinadora deste trabalho, pelos conselhos e sugestões que servirão de estímulo para futuros estudos sobre o assunto.

À Escola de Ensino Fundamental e Médio São Francisco de Assis, por ter permitido a realização deste trabalho e pelos momentos de aprendizagem que me concedeu.

Aos meus amigos, Mateus e Davi, pela companhia e amizade que me concederam ao longo desta graduação.

À CAPES, pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Ao PIBID, projeto que me motivou a prosseguir na carreira de docente.

A Universidade Federal do Ceará e aos professores do Departamento de Física, por sempre motivarem o estudo e a continuidade da vida acadêmica.

“A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida, é a própria vida.” (Jonh Dewey)

RESUMO

A busca por novas metodologias de ensino tem sido alvo de pesquisas na área da educação. O processo de ensino/aprendizagem de ciências, hoje, vive um cenário de insatisfação e desinteresse. Visando mudar essa situação, o presente trabalho propõe o uso do ensino investigativo, que se trata de um método que visa estimular os alunos a pensar, questionar e discutir assuntos em sala de aula, através de situações problemas. O objetivo deste trabalho é avaliar como o ensino investigativo pode ser uma ferramenta para motivar e interessar os alunos em sua aprendizagem. Para isso, foi elaborado um plano de aula de Termodinâmica com uma abordagem investigativa, afim de que professores de Física possam usá-lo como base e, assim, possam introduzir o método investigativo no cotidiano de suas aulas. Também foi aplicado um questionário aos alunos afim de avaliar a proposta metodológica. O plano e o questionário foram aplicados em uma turma de Ensino Médio, localizada em uma escola no município de Fortaleza. Foi possível observar a participação ativa dos alunos na aula e a motivação dos mesmos com a demonstração investigativa. Os dados apresentados nesse trabalho corroboram as referências teóricas consultadas e demonstram que o objetivo do estudo foi alcançado. O ensino investigativo permite concluir que a motivação e o interesse estiveram presentes no momento da aplicação, provando que um ensino eficaz pode ser feito por meio dessa metodologia.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Ensino de física. Termodinâmica.

ABSTRACT

The search for new teaching methodologies has been the target of research in the area of education. The process of teaching / learning science, today, lives a scenario of dissatisfaction and disinterest. Aiming to change this situation, the present work proposes the use of investigative teaching, which is a method that aims to stimulate students to think, question and discuss subjects in the classroom, through problem situations. The objective of this work is to evaluate how investigative teaching can be a tool to motivate and get the students interested in their learning. For that, a thermodynamics lesson planned with an investigative approach was elaborated, so that physics teachers can use it as a base and, thus, can introduce the investigative method in the daily life of their classes. A quiz was also applied to the students in order to evaluate the methodological proposal. The plan and the questionnaire were applied in a high school class, located in a school in the city of Fortaleza. It was possible to observe the active participation of the students in the class and the motivation of the students with the investigative demonstration. The data presented in this paper corroborate the bibliographic references consulted and demonstrate that the objective of the study was reached. Investigative teaching allows to conclude that motivation and interest were present at the time of application, proving that effective teaching can be done through this methodology.

Keywords: Teaching by investigation. Physics teaching. Thermodynamics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Momento em que os alunos discutiam e escreviam suas ideias	25
Figura 2 –	Apresentação das equipes sobre suas conclusões	25
Figura 3 –	Demonstração do experimento	26
Figura 4 –	Respostas dos alunos referentes as questões 1 e 2 do questionário.....	29
Figura 5 –	Respostas dos alunos a questão 7 do questionário	29
Figura 6 –	Resposta dos alunos referentes as questões 3, 4 e 5 do questionário	30
Figura 7 –	Respostas dos alunos a questão 6 do questionário: “O que você achou mais interessante? ”	30
Figura 8 –	Respostas dos alunos referentes as questões 8 e 9 do questionário	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	14
2.1	Geral	14
2.2	Específicos	14
3	O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	15
3.1	Breve Relato Histórico	15
3.2	Conceitos sobre o ensino investigativo	17
3.3	Tipos de atividades investigativas	18
3.3.1	<i>Demonstrações investigativas</i>	19
3.3.2	<i>Laboratório aberto</i>	20
3.3.3	<i>Questões abertas</i>	21
3.3.4	<i>Problemas abertos</i>	21
4	DESAFIOS E ESTRATÉGIAS NA APLICAÇÃO DO ENSINO INVESTIGATIVO	22
5	METODOLOGIA	24
5.1	Local	24
5.2	Intervenção em sala de aula	24
5.3	Coleta de dados	26
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
6.1	Percepções do professor durante a aplicação	27
6.2	Anotações e conclusões dos grupos	27
6.3	Análise do questionário	29
7	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS	33
	APÊNDICE A –PLANO DE AULA	36
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO	47

1 INTRODUÇÃO

Discussões sobre metodologias de ensino de ciências são sempre relevantes, pois comumente encontramos um cenário de práticas de ensino com aulas conteudistas e meramente expositivas, onde o aluno é tido como um sujeito passivo no processo de ensino-aprendizagem. Isso não significa dizer que essa abordagem deve ser abolida. Porém, a mesma pode ser melhorada com a agregação de outras metodologias mais dinâmicas, como os chamados métodos ativos.

Quando se pensa no ensino de ciências, muitos estudantes não conseguem desenvolver as habilidades imprescindíveis somente com o uso dessa metodologia tradicionalista. Segundo Borrajo (2017), por vezes, os alunos conseguem até realizar os procedimentos exigidos sem, porém, compreenderem de fato o que estão fazendo.

Acreditando nisso, no Brasil, desde a década de 90, iniciaram-se importantes reformas educacionais e de elaboração de orientações curriculares, como é o caso dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Isso contribui para uma formação de indivíduos com maior autonomia no processo de ensino-aprendizagem. Os PCN entendem autonomia como:

Condição indispensável para os juízos de valor e as escolhas inevitáveis à realização de um projeto próprio de vida, requer uma avaliação permanente, e mais realista possível, das capacidades próprias e dos recursos que o meio oferece (BRASIL, 2000, p.66).

Na tentativa de se acessar níveis de construções conceituais cada vez mais complexos e amplos, foram propostos pelos PCN o uso de situações problemas, figuras, esquemas e informações capazes de diversificarem as estratégias cognitivas, levando os alunos a uma apropriação do conhecimento a partir da aplicação. De acordo com Brasil (2000, p. 26):

Em seu processo de construção, a Física desenvolveu uma linguagem própria para seus esquemas de representação, composta de símbolos e códigos específicos. Reconhecer a existência mesma de tal linguagem e fazer uso dela constitui-se competência necessária, que se refere à representação e comunicação.

No ensino de ciências se têm discutido várias propostas de melhoria na abordagem educacional. Especialmente no ensino da Física, há uma grande necessidade de motivar mais os alunos, pois inúmeros são os relatos de professores de física sobre o nível de desmotivação dos alunos em suas aulas (TORRE, 2006). Portanto, algo pode ser feito para fazer com que os alunos recuperem ou mantenham o interesse em aprender e o professor, nesse aspecto, deve proporcionar um ambiente motivacional.

Porém, buscar a motivação dos estudantes não é algo muito simples, é algo complexo, processual e contextual; não é simplesmente inovar algumas aulas e achar que se resolve o

problema (BRITO, 2016). Nesse contexto, Monteiro (2016) e Borrajo (2017) concluíram em seus trabalhos que a metodologia de ensino por investigação surge com uma alternativa eficaz. Com efeito, Wilsek e Tosin (2010) afirmam que ensinar Ciências por investigação científica significa inovar e mudar o foco, fazendo com que a aula deixe de ser uma mera transmissão de conteúdo.

Essa metodologia tem por finalidade a aprendizagem por meio de situações-problemas ou enigmas que desenvolvam habilidades cognitivas primordiais a todas as áreas de conhecimento, focando o ensino no aluno. Gibin e Filho (2016) explicam que, no ensino por investigação, o aluno é o protagonista e possui graus de liberdade para propor e planejar as atividades, defender seus pontos de vista ao professor e aos colegas. Nessa abordagem não há uma única resposta correta, mas tentativas de construção coletiva do conhecimento, guiadas pelo professor. Consequentemente, o uso dessa metodologia traz o aluno para dentro da aula, pois o professor será apenas um questionador ou incitador de questões. Em uma aula investigativa, são os alunos quem conduzirão o andamento das atividades possibilitando o desenvolvimento de suas atividades.

No ensino da Física, que se constrói por investigações, esse método é de grande importância, pois os alunos irão chegar à construção de um conhecimento específico por meio da reflexão, discussão e explicação dos problemas propostos. Nesse sentido, BRASIL (2000) conclui que existem competências e habilidades específicas relacionadas à compreensão e investigação em Física, como: desenvolver a capacidade de investigação física, classificar, organizar, sistematizar, identificar regularidades, observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar; conhecer e utilizar conceitos físicos, relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes, compreender e utilizar leis e teorias físicas; construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões; Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.

Existem vários tipos de atividades investigativas, uma delas é a *demonstração investigativa*, abordagem escolhida para o presente trabalho. Experiências de demonstração investigativas são demonstrações feitas pelo professor e observadas pelos alunos, mas são investigativas na medida em que não são usadas apenas para ilustrar, mas para fazer o aluno refletir sobre o assunto que ele está estudando e buscar a explicação por meio de um modelo conceitual (CARVALHO, 2014).

No ensino de física, torna-se de fundamental importância apresentar aos alunos problemas para serem resolvidos, pois a própria Física foi e é assim construída. Estudos na

área de ensino mostram que os estudantes conseguem desenvolver melhor seus conhecimentos na área de ciências quando participam de investigações que se aproximam mais da maneira como os cientistas trabalham (CARVALHO, 2012; HODSON, 1992).

Araújo e Abib (2003) constataram, por meio da análise dos artigos publicados em dois periódicos de ensino de física nacionais¹ sobre o uso de experimentos didáticos em sala de aula, entre 1992 e 2001, que apenas 4% dos 92 experimentos analisados foram dedicados ao tema Termodinâmica. Nesse contexto, a proposta deste trabalho é elaborar e aplicar um plano de aula nesta abordagem investigativa, bem como investigar o papel da prática investigativa no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de termodinâmica, com auxílio da reprodução de um experimento simples, de material de baixo custo, facilmente adaptável a uma sala de aula.

¹ Revista Brasileira de Ensino de Física e Caderno Brasileiro de Ensino de Física.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

- Aplicar a metodologia de ensino por investigação com alunos de ensino médio de uma escola pública, abordando conceitos de termodinâmica.

2.2 Específicos

- Desenvolver a capacidade de investigação dos alunos em Física.
- Trabalhar conceitos de termodinâmica com o auxílio de um experimento de baixo custo.
- Desenvolver situações problematizadoras que levem o aluno à investigação.
- Possibilitar ao aluno a interação com o processo de construção e análise do conhecimento científico.
- Motivar o aluno a refletir, discutir, explicar, relatar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas.

3 O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

3.1 Breve Relato Histórico

Considerando aspectos políticos, históricos e filosóficos, o ensino de ciências, durante o período compreendido entre a segunda metade do século XIX e os dias atuais, vem apresentando modificações de acordo com as mudanças vigentes na sociedade. Dentre as muitas tendências do ensino de ciências, surge o ensino por investigação, conhecido também como *inquiry learning*, muito relevante na Europa e nos Estados Unidos (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011).

As primeiras ideias sobre essa metodologia surgiram a partir do psicólogo Jerome Saymon Bruner (1915 – 2016) e do filósofo Jonh Dewey (1859 - 1952). Dewey baseava sua filosofia nos conceitos de educação como reconstrução da experiência e crescimento, e na motivação como peça principal da aprendizagem (COSTA, 2011).

Dewey foi o principal percussor das ideias do Movimento Progressista, que surgiu no final do século XIX. Essa nova pedagogia defendia o ensino centrado na atividade, aliando teoria e prática, tendo o aluno como participante ativo no seu processo de aprendizagem. Porém, esse movimento não tinha muita força, pois era contrário à Pedagogia tradicional defendida por Herbart, filósofo e pedagogo que viveu no século XIX (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011).

A teoria herbartiana dá ênfase primordial ao conceito de instrução. Ela é o instrumento principal pelo qual serão alcançados os objetivos da educação. Para Herbert, a instrução é o elemento principal de três conceitos que constituem a ação pedagógica: *governo, disciplina e instrução educativa*.

O *governo* seria uma manutenção da ordem pelo controle do comportamento do aluno. Trata-se de um conjunto de regras imposto de fora, com o objetivo de manter a criança ocupada, sendo permitido aplicar castigos e ameaças ao aluno. A *disciplina* visa a função de preservar a vontade do aluno em aprender, tendo a autodeterminação como pré-requisito da formação do caráter. Por fim, a *instrução educativa* teria como objetivo despertar o interesse do aluno em aprender através da educação aplicada (HILGENHEGER, 2010).

Com o passar do tempo, os pensamentos e doutrinas de Herbart foram se tornando ultrapassados e foram surgindo novos conceitos sobre educação e aprendizagem. Jonh Dewey fazia duras críticas à doutrina herbartiana e deu início a movimentos, como a Pedagogia

Progressista, nos EEUU, e a Escola Nova, no Brasil, que foram tendo mais influência com a ascensão do cognitivismo (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011).

De acordo com Wong e Pugh (2001) as ideias progressistas têm uma importante relação com o cognitivismo, pois ambas enfatizam a importância das relações socioculturais para a aprendizagem. Assim, é possível estabelecer uma relação entre as ideias de Dewey e as ideias de Vigotsky, que também defende elementos sociais na aprendizagem.

Para a educação nova, o aluno era tido como centro da sala e o professor apenas o guiava na busca de conhecimento, ou seja, no processo de aprendizagem o aluno era participante ativo. Nessa perspectiva, o ensino deveria ser baseado na vida e nas atividades, unindo a teoria e a prática (MONTEIRO, 2016).

Segundo Deboer (2006), na metade do século XIX, as propostas de alguns pensadores eram de que o ensino de ciências deveria ser conciliado com pesquisas investigativas em laboratórios didáticos. Estes pensadores acreditavam que o ensino de ciências era essencial para a formação humana e social. Assim, o ensino investigativo se baseou em três fases: a descoberta, fase em que os alunos descobriam o mundo natural; a verificação, onde através do laboratório os alunos confirmavam princípios científicos; e a investigação, onde alunos usando métodos científicos deveriam descobrir algo e, posteriormente, provar soluções.

Entretanto, no século XX, cientistas, educadores e líderes industriais, questionavam que o ensino de ciências estava enfatizando aspectos de relevância social e, assim, perdendo o rigor acadêmico. Com isso, não havia o desenvolvimento intelectual dos alunos na educação científica (DEBOER, 2006).

Barrow (2006) comenta que o rigor acadêmico voltou a ser o foco na educação científica após o lançamento do satélite Sputnik, fato este que culminou na famigerada Guerra Fria entre o governo americano e o regime soviético. Isso porque havia uma preocupação em formar cientistas que garantissem a segurança dos americanos. Os processos da Ciência e habilidades individuais, como observar, classificar, inferir e controlar variáveis foram novamente enfatizados.

Por causa dos agravos causados ao meio ambiente, nos anos de 1970 o ensino de ciências por investigação, voltou a estar em evidência. Devido a preocupação de propor uma educação que levasse em conta os aspectos sociais, as atividades investigativas passaram a ser utilizadas como orientação para ajudar os estudantes a pesquisar problemas, como o aquecimento global, a poluição, dentre outros (ZÔMPERO E LABURÚ, 2011).

O ensino por investigação passou a ser mais reconhecido e valorizado após a elaboração de dois documentos, intitulados *Science For AllAmericans* (1980) e

National Science Education Standards (1996). Em ambos os documentos, os autores destacam a importância do ensino por investigação e recomendam seu uso no ensino de ciências (BARROW, 1996).

No Brasil, o ensino investigativo começou a ser abordado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1997). Porém, de acordo com Sá et al (2007), a tendência do ensino investigativo é pouco predominante e também pouco enfatizada nos documentos oficiais de ensino.

Desde seu surgimento como proposta para o ensino de ciências, o ensino por investigação passou por várias modificações diante das necessidades políticas, econômicas e sociais. Blosser (1998) salienta que essa abordagem diferenciada desenvolve habilidades cognitivas nos alunos, como: pensamento crítico, solução de problemas, aplicação e poder de síntese. Portanto, a torna muito importante para o ensino de ciências.

3.2 Conceitos sobre Ensino Investigativo

O ensino por investigação, dentre várias denominações pode ser conhecido como Aprendizagem Baseada em Problemas ou Problematização (LIMA, 2012). Esse método parte do pressuposto que o aluno traz para o ambiente escolar concepções adquiridas pelo seu convívio cotidiano com diversos eventos e fenômenos. O professor deve respeitar e favorecer a atividade baseada nesse conhecimento prévio (GIBIN E FILHO, 2016).

De acordo com Borges (2002, p.303), “qualquer ação pedagógica só tem valor se tiver origem no aprendiz e se este tiver pleno controle das ações”. Por isso, os processos educacionais devem considerar essas concepções dos alunos como ponto central no processo de aprendizagem.

Oliveira (2010) explica que as atividades envolvidas no ensino de investigação permitem que a aula vá sendo construída conforme o desenvolvimento dos estudantes. Assim, essas atividades não necessitam a utilização de roteiros que restrinjam a intervenção ou modificação por parte dos alunos. O autor ainda destaca que por ter um caráter mais aberto, as etapas dessas aulas podem ser estabelecidas ao longo das discussões e verificadas a cada nova descoberta ou reavaliação de respostas.

Para Azevedo (2012) o ensino por investigação inclui atividades assumidas como um problema. O principal objetivo desse tipo de ensino é “levar os alunos a pensar, a debater, a justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conceitos teóricos e matemáticos” (AZEVEDO, 2012, p. 20).

Para Munford e Lima (2007, p.76) o ensino por investigação “representaria um modo de trazer para a escola aspectos inerentes à prática dos cientistas”. Segundo eles, o ensino por investigação sugere alternativas às aulas de ciências, diferentes daquela em que o professor expõe explicações no quadro e o estudante só ouve, participando pouco em termos de ação em sala.

Blosser (1988) resume os objetivos pedagógicos da abordagem investigativa em cinco grupos:

- Habilidades: de manipular, questionar, investigar, organizar e comunicar;
- Conceitos: por exemplo, hipótese, modelo teórico, categoria taxionômica;
- Habilidades Cognitivas: pensamento crítico, solução de problemas, aplicação e síntese;
- Compreensão da Natureza da Ciência: empreendimento científico, cientistas e como eles trabalham, existência de multiplicidade de métodos científicos, inter-relações entre ciência e tecnologia e entre várias disciplinas científicas;
- Atitudes: por exemplo, curiosidade, interesse, correr risco, objetividade, precisão, perseverança, satisfação, responsabilidade, consenso, colaboração e gostar da ciência.

Existem maneiras distintas de se abordar o ensino por investigação. A forma de se trabalhar irá depender de qual atividade investigativa o professor escolherá. Algumas delas serão detalhadas a seguir.

3.3 Tipos de Atividades Investigativas

Gil-Pérez e Valdés Castro (1996) propõem que uma atividade experimental investigativa deve possuir algumas características da atividade científica. Dentre elas:

- Apresentar situações problemáticas abertas, com um nível de dificuldade adequado, para que os alunos possam tomar decisões;
- Favorecer a reflexão dos estudantes sobre a relevância e o possível interesse pelas situações propostas e, principalmente, que faça sentido ao seu estudo;
- Potencializar análises quantitativas, que ajudem a compreender as situações planejadas e a elaborar hipóteses sobre o problema que se busca resolver;

- Considerar as inter-relações existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade no estudo realizado, como por exemplo, possíveis aplicações e repercussões negativas;
- Conceder importância especial à elaboração de memórias científicas que reflitam o trabalho realizado a fim de destacar o papel da comunicação e do debate na atividade científica;
- Potencializar a dimensão coletiva do trabalho científico, organizando grupos que interagem entre si, representando a comunidade científica.

Em resumo, a elaboração de testes de hipóteses, a proposição de procedimentos experimentais, a elaboração de conclusões e a comunicação dos resultados são aspectos centrais na realização de uma atividade experimental investigativa (GIBIN E FILHO, 2016).

Carvalho (2014) destaca ainda, que para uma atividade ser chamada de investigativa ela precisa estar acompanhada de situações problematizadoras, questionadoras e de diálogo, envolvendo a resolução de problemas e levando à introdução de conceitos.

Azevedo (2012) propõe quatro possibilidades de se trabalhar com abordagem investigativa: Demonstrações Investigativas, Laboratório Aberto, Questões Abertas e Problemas Abertos.

3.3.1 Demonstrações Investigativas

Chamamos de demonstrações investigativas as demonstrações que partem da apresentação de um problema ou de um fenômeno a ser estudado e levam à investigação a respeito desse fenômeno (AZEVEDO, 2012). Segundo Carvalho (2014), geralmente, as demonstrações de experimentos em ciências são feitas com objetivo de ilustrar uma teoria, seja ela já estudada ou em estudo.

As demonstrações feitas em sala de aula partem sempre de um problema que é proposto à classe pelo professor, que por meio de questões feitas aos alunos procura detectar que tipo de pensamento (intuitivo ou de senso comum) eles possuem sobre o assunto.

Para ilustrar esse processo, Borrajo (2017) usa um exemplo na eletrostática. Ao apresentar o gerador de Van der Graaff a uma turma e lançar a questão “o que acontece com os cabelos de uma pessoa que coloca suas mãos sobre a esfera metálica do gerador? ”. Provavelmente alguns alunos respondam que os fios de cabelo ficarão “arrepiaados”, pois se trata de um experimento muito famoso. Porém, é presumível que nenhum deles tenha

conhecimento da explicação científica para o fenômeno, muito embora saibam o resultado final.

Nesse contexto, o professor tem o papel de construir com os alunos a passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio da investigação e do próprio questionamento acerca do fenômeno.

Como contribuições da demonstração investigativa no ensino de Física, Azevedo (2012) cita: valorização da interação do aluno com o objeto de estudo; possibilidade da criação de conflitos cognitivos em sala de aula; percepção de concepções espontâneas por meio da participação do aluno nas diversas etapas da resolução de problemas; e valorização da aprendizagem de atitudes e não apenas de conteúdos.

Resumidamente, temos que na demonstração investigativa inicialmente se apresenta um problema aos estudantes, em seguida os estudantes realizam reflexões, elaborando hipóteses para explicá-lo. Por fim, o professor realiza a sistematização dos conhecimentos envolvidos e aborda todos os conceitos necessários para a resolução do problema.

3.3.2 Laboratório Aberto

Nesse tipo de abordagem se propõe uma investigação experimental por meio da qual se pretende que os alunos, em grupo, resolvam um problema, de modo que a solução de uma questão será respondida por meio de uma experiência (AZEVEDO, 2012; CARVALHO, 2014).

Essa busca de solução pode ser dividida em seis momentos: proposta do problema (formulação de uma pergunta não muito específica, capaz de estimular a curiosidade científica dos alunos e gerar uma ampla discussão); levantamento de hipóteses (por parte dos alunos e sob a orientação do professor); elaboração do plano de trabalho (decisão sobre a maneira de como a experiência será realizada); montagem do arranjo experimental e coleta de dados (parte prática onde os alunos manipulam o material e iniciam a coleta de dados); análise dos dados (construção de gráficos e teste das hipóteses); e conclusão (formulação de uma resposta ao problema inicial discutindo a validade das hipóteses iniciais) (AZEVEDO, 2012).

Borrajo (2017) destaca que é de suma importância que o professor mostre que essa análise é essencial em um trabalho científico. Por fim, essa atividade é bastante significativa para o desenvolvimento das habilidades cognitivas de análise, comparação, interpretação e avaliação no pensamento crítico dos alunos.

3.3.3 Questões Abertas

Essa abordagem trata-se de propor aos alunos fatos relacionados ao seu dia a dia e tais problemas devem estar ligados a um conceito já discutido e construído em aulas anteriores. Carvalho (2014) afirma que nessas questões o professor deve buscar apresentar situações que permitam a participação do aluno e eles possam desenvolver não só sua capacidade de reflexão, organização do pensamento, mas também o uso da linguagem científica de forma adequada.

Carvalho (2014) propõe três formas de se trabalhar as questões abertas:

1. Em grupo grande.
2. Em dupla ou em grupos pequenos de três ou quatro alunos.
3. Em provas e avaliações.

Em qualquer um desses modos, é necessário que os alunos façam anotações, por escrito, das respostas. O professor deve promover uma discussão a partir das respostas dos estudantes e mostrar qual se aproximou mais da resposta correta no ponto de vista científico.

3.3.4 Problemas Abertos

Nos problemas abertos, não teremos a obtenção da resolução de forma imediata ou automática. Serão apresentados aos alunos situações gerais e amplas que devem ser solucionadas a partir de um processo de reflexão e de tomada de decisões. De maneira distinta às questões abertas, o problema aberto deve levar à matematização dos resultados.

Com efeito, Peduzzi e Peduzzi (2000) afirmam que em um problema de enunciado aberto, o solucionador deve realizar um estudo qualitativo da situação em questão, emitir hipóteses e formular estratégias de solução a partir de seu repertório teórico.

De acordo com Carvalho (2014), a situação problemática dever ser interessante para o aluno, e de preferência, envolver a relação Ciência/Tecnologia/Sociedade. Gil et al. (1999) defende que essa atividade é muito diferente da resolução de exercícios de lápis e papel e que a função principal dela é fazer com que o estudante veja com clareza o caminho a seguir. Essa abordagem investigativa desenvolve a criatividade dos alunos e fazem com que eles criem uma ordem de pensamento, pois, eles vão elaborar hipóteses e estabelecer situações de contorno ou limites para a situação.

De maneira similar às questões abertas, é muito importante que os alunos façam um registro escrito de todo o processo.

4 DESAFIOS E ESTRATÉGIAS NA APLICAÇÃO DO ENSINO INVESTIGATIVO

Mais do que saber a matéria que está ensinando o professor que se propuser a fazer de sua atividade didática uma atividade investigativa deve torna-se um professor questionador, que argumente, saiba conduzir, perguntar, estimular e propor desafios. Ou seja, ele passa de simples expositor a orientador do processo de ensino (AZEVEDO, 2012). Diante disso é necessário que o professor deva previamente conhecer bem o assunto, para só então poder propor questões que levem o aluno a pensar. Isso deverá ser feito durante a fase do planejamento.

Souza et al (2013) comenta outro aspecto importante: deve haver a proposição de um problema que desperte o interesse dos alunos e, ao mesmo tempo, seja adequado para tratar os conteúdos que se quer ensinar. Como estratégia, o professor deve tomar decisões quanto à busca de informações pelos alunos. Elas podem, em parte, ser fornecidas pelo professor ou serem buscadas em fontes de informação por ele indicadas (livros, páginas na internet).

Outro grande desafio é que na atividade investigativa é preciso saber planejar questões que auxiliem o aluno a tratar os dados (estabelecer relações, testar uma hipótese, elaborar conclusão, julgar a plausibilidade da conclusão etc.), promovendo o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alta ordem (SOUZA et al, 2013). Isso deve também ser definido no planejamento da aula.

Além disso, não é necessário que todo conteúdo seja ensinado por meio de uma abordagem investigativa. Alguns conteúdos podem ser melhores transmitidos por meio de uma abordagem tradicional (MUNFORD E LIMA, 2007). Portanto, a abordagem investigativa consiste em uma estratégia de ensino para que os professores possam diversificar sua prática pedagógica.

Entretanto, Gibin e Filho (2016) apontam um grande equívoco das pessoas acreditarem que o ensino de Ciências por investigação se restringe apenas a atividades práticas ou experimentais. Assim, é possível que uma atividade experimental não possua nenhum caráter investigativo, e do contrário, é possível que uma atividade teórica tenha aspectos investigativos

Vale destacar que planejar uma atividade experimental com características investigativas exige atenção com alguns aspectos nem sempre considerados quando se planeja atividades que visam somente o conhecimento de fatos ou a ilustração de princípios e conceitos já abordados em sala de aula. Um desses aspectos são os objetivos pedagógicos que o professor atribui à atividade, definindo-os não apenas em termos dos conteúdos ou conceitos

a serem aprendidos, mas, também, em relação ao que se espera que a atividade alcance considerando as habilidades de pensamento e julgamentos de valor que pretende que os alunos desenvolvam (SOUSA et al, 2013).

Nesse sentido é importante ressaltar que as concepções dos alunos que surgirão durante esse processo discursivo não devem ser tratadas como totalmente erradas, caso pareçam incoerentes do ponto de vista científico.

O erro deve ser entendido como um processo construtivo do ensino e aprendizagem. Torre (2007) trata o erro como uma alavanca para a aprendizagem na medida em que este supera ou transpõe obstáculo das dificuldades à aprendizagem. Bachelard (2004, p.251) considera que “o erro é uma etapa da dialética que precisa ser transposta; ele [o erro] suscita uma investigação mais precisa, é o elemento motor do conhecimento”. Desse modo, o erro se mostra como um potencial pedagógico que se constitui em uma etapa de reorganização do saber e o professor deve explorar esse momento privilegiado para investigar as concepções que os alunos apresentam.

5 METODOLOGIA

Este capítulo tem como objetivo fazer o relato da aplicação de uma atividade didática, em sala de aula, sobre um assunto da Termodinâmica utilizando a abordagem investigativa.

5.1 Local

A aula foi realizada na Escola de Ensino Fundamental e Médio São Francisco de Assis, no período referente ao ano letivo de 2017, em uma turma do Ensino Médio, mais especificadamente, em uma turma do 3º Ano com cerca de 25 (vinte e cinco) alunos e faixa etária de 17 anos. A escola se localiza no bairro Granja Portugal, em Fortaleza.

5.2 Intervenção em sala de aula

Nesta aula, os estudantes tiveram que identificar, na execução de um experimento de baixo custo, a presença de correntes de convecção geradas por uma fonte de calor em fluidos de diferentes densidades. De modo a ser uma *demonstração investigativa*, a aula foi estruturada com dois objetivos: (i) compreender como o calor se propaga nos meios materiais, principalmente nos fluídos; (ii) analisar e identificar a propagação do calor por convecção térmica.

Neste sentido, elaborou-se um roteiro de preparação do kit demonstrativo (a Lâmpada de Lava) e um plano de aula com as diretrizes da proposta metodológica do ensino por investigação (Apêndice A). Em linhas gerais, a aula consistiu da apresentação do kit demonstrativo e uma pergunta desafiadora à qual os alunos, divididos em grupos, deveriam apresentar suas respostas, baseadas em hipóteses levantadas pelos alunos.

Inicialmente foi informado aos alunos que a aula seria diferente e que seria necessário que todos prestassem muita atenção e participassem dela. Neste dia, 25 (vinte e cinco) alunos estavam presentes, o que permitiu a divisão da turma em 4 grupos.

Após a divisão em grupos, foi solicitado que cada grupo escolhesse apenas um membro para o registro das discussões, o *relator*. Estas discussões deveriam ser feitas entre os membros do grupo e que o relator deveria, ao final, vir à frente da turma para expor as ideias e conclusões de sua equipe.

Entregou-se uma folha de papel A4 para cada grupo e orientou-se esses alunos, os relatores, para que se esforçassem a fazer o registro detalhado de seus debates. Foi comunicado a todos os alunos que eles teriam 10 minutos para a formulação de suas hipóteses

e que, posteriormente, o relator escolhido iria apresentar a opinião de seu grupo. A seguir, explicou-se em linhas gerais os materiais do qual o kit demonstrativo era composto e, em seguida, foi proposto o seguinte problema: "O que vai acontecer com a parte brilhante?" (ver Apêndice A).

Após essa etapa inicial de repasse de instruções, os alunos se reuniram para o debate em equipe (Figura 1) e seguiu-se, posteriormente para a apresentação dos grupos (Figura 2).

Figura 1: Momento em que os alunos discutiam e escreviam suas ideias.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 2: Apresentação das equipes sobre suas conclusões.



Fonte: Elaborado pelo autor

Depois disso, iniciou-se a demonstração do experimento, que durou cerca de 5 minutos (Figura 3). Ao fim da demonstração, foi possível abordar, em um breve momento, uma aula expositiva sobre calor, temperatura, densidade e formas de propagação de calor.

Figura 3: Demonstração do experimento.



Fonte: Elaborado pelo autor

5.3 Coleta de dados

Após a explanação formal sobre o fenômeno demonstrado por meio do kit pelo professor, foi aplicado um questionário estruturado com perguntas objetivas aos alunos com o objetivo de avaliar a proposta metodológica (Apêndice B).

Notadamente, buscou-se neste questionário avaliar se os objetivos deste trabalho teriam sido atingidos. Neste sentido, as perguntas deveriam abordar aspectos sobre o processo investigativo, tais como o desenvolvimento de atitudes de investigar, analisar, refletir, construir conhecimento, discutir, explicar, relatar e aplicar o conhecimento. Além da aplicação do questionário, anotações foram feitas pelo professor quanto ao comportamento dos alunos e dos grupos durante a atividade.

Outra informação importante para avaliar o desempenho da aula proveio das anotações redigidas pelos relatores. No capítulo que segue apresentam-se as conclusões obtidas pelos grupos de alunos, as impressões anotadas pelo professor durante a aula e a análise quantitativa das respostas ao questionário.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo relata-se os resultados pedagógicos da atividade aplicada, obtidos através da observação do professor em sala de aula e da análise quantitativa das respostas do questionário aplicado aos alunos ao término da aula.

6.1 Percepções do professor durante a aplicação

Os alunos foram muito cooperativos durante a aplicação e mantiveram-se atentos durante a aula. Ao circular entre os grupos, notou-se bastante envolvimento dos alunos para buscar a solução do problema proposto. Foi perceptível a empolgação dos estudantes com o debate e com a demonstração do experimento, a Lâmpada de Lava.

Como havia um procedimento experimental na aula, foi possível observar a curiosidade de alguns alunos em acertar logo o resultado. No intuito de confirmarem suas ideias, os alunos, no decorrer da atividade, solicitavam para que o experimento fosse realizado antes do tempo planejado.

Após a apresentação da demonstração da Lâmpada de Lava, foi particularmente interessante certas reações dos alunos. Com efeito, alguns demonstravam felicidade em terem “acertado” suas previsões, enquanto outros visivelmente lamentavam o fato de não terem conseguido confirmar suas hipóteses. Após esse momento, muitos alunos pediam que o fenômeno físico envolvido no experimento fosse explicado, novamente, antes do momento planejado, ou seja, no momento final onde o professor deveria expor formalmente sobre o assunto.

Durante a explanação do professor, muitos alunos mostraram domínio do assunto envolvido na demonstração investigativa. Estes relataram, inclusive, terem visto o conteúdo no ano anterior, ou seja, no 2º Ano do Ensino Médio.

Por fim, a abordagem investigativa surtiu um efeito tão positivo nos alunos, que os mesmos solicitaram ao professor da escola mais atividades como aquela, bem como que fosse proposto para eles, como atividade, a busca e o desenvolvimento de mais experimentos demonstrativos que pudessem ser usados como atividades de investigação.

6.2. Anotações e conclusões dos grupos

Os quatro grupos formados desenvolveram diferentes hipóteses para o problema proposto, qual seja: "O que vai acontecer com a parte brilhante?".

De início, as equipes chegaram às seguintes conclusões:

- *A lâmpada vai aquecer e o álcool vai subir (Grupo 1);*
- *Ao ligar a lâmpada o reflexo da luz, ao chocasse com a cor verde, reflete e não sobe. O óleo se concentra embaixo do recipiente e se encontrará por camadas embaixo. O álcool irá se misturar com o corante. Em seguida o óleo e a água irão causar o reflexo de uma substância heterogênea, pois se consegue ver as fases (Grupo 2);*
- *O óleo não se mistura com a água. A lâmpada é incandescente. Quando acende a lâmpada, ela esquenta, e com a ajuda do álcool esquenta mais rápido (Grupo 3);*
- *Ao ligar na tomada a lâmpada vai acender, mas com determinado tempo o corante vai se espalhar por todo o recipiente. Com o calor gerado pela lâmpada, as três coisas: água, óleo e álcool vão se separar (Grupo 4).*

É importante destacar alguns pontos relacionados às conclusões das equipes, pois nenhum grupo chegou a uma conclusão cientificamente correta. Porém, algumas equipes se aproximaram. O Grupo 1 destacou que apenas o álcool iria subir, mas não soube explicar o porquê disto acontecer. O Grupo 2 chamou a atenção de que o fenômeno que iria ocorrer seria apenas ótico, afirmando que haveria uma reflexão da luz na parte colorida do recipiente e nada iria acontecer com o mesmo além disto. Os Grupos 3 e 4 identificaram coisas em comum. Com efeito, estes destacaram que água, óleo e álcool eram substâncias heterogêneas, e que isso iria influenciar na ocorrência ou não de algum fenômeno.

Como preconizado no método investigativo, o erro deve ser um potencial pedagógico, ou seja, as respostas dos alunos, mesmo que cientificamente incorretas, nunca devem ser julgadas como erradas ou irrelevantes.

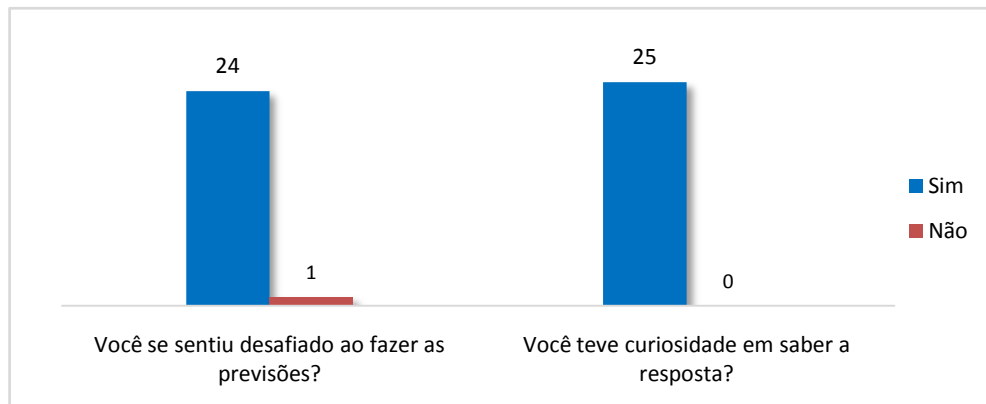
No momento da aula expositiva, os alunos foram instigados com questionamentos para que refutassem suas hipóteses. Foi possível observar que alguns alunos iam construindo novas ideias a partir das explicações e, assim, refazendo suas hipóteses anteriores.

De acordo com Campos (1999), para que se possa começar um ciclo investigativo, é necessário que os alunos sejam estimulados com situações que despertem sua curiosidade. Isso se confirmou nesta atividade pois, após lançar a pergunta "O que vai acontecer com a parte brilhante?", os alunos demonstraram interesse em querer debater e discutir com seus colegas uma solução para o questionamento lançado.

6.3. Análise do questionário

De acordo com o levantamento das respostas dos alunos às questões 1 e 2 do questionário (ver Apêndice B), o incentivo à reflexão dos alunos conduzido pelo método foi alcançado. De fato, dos 25 alunos, 24 destes responderam ter se sentido desafiado ao fazer as previsões e todos eles admitiram ter tido curiosidade em descobrir a resposta (Figura 4).

Figura4: Respostas dos alunos referentes as questões 1 e 2 do questionário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Todos os grupos participaram ativamente das discussões, mas enquanto cada grupo expunha suas ideias frente às demais equipes, foi possível notar a apreensão dos demais quanto a estarem errados, causando questionamentos sobre suas próprias hipóteses. Assim, durante a exposição das ideias, 14 alunos admitiram ter medo de estarem errados (Figura 5). Isso mostra uma das dificuldades da implementação do método, pois como nenhum aluno tinha tido alguma experiência com tal abordagem, eles demonstravam certa insegurança com as suas respostas.

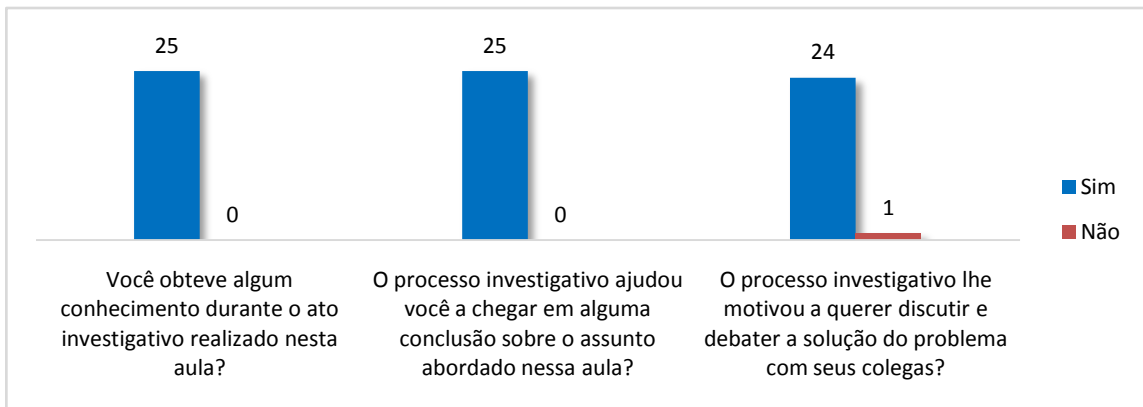
Figura 5: Respostas dos alunos a questão 7 do questionário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para Delizoicov e Angotti (2000), os alunos tendem a ter mais interesse em situações e experiências que traduzem fenômenos da natureza. Isso também se constatou nesta atividade realizada, onde 100% dos alunos acreditaram ter obtido algum conhecimento e ter chegado em alguma conclusão durante o ato investigativo. Além disso, apenas 1 aluno não se sentiu motivado a querer discutir e debater ideias com seus colegas (Figura 6).

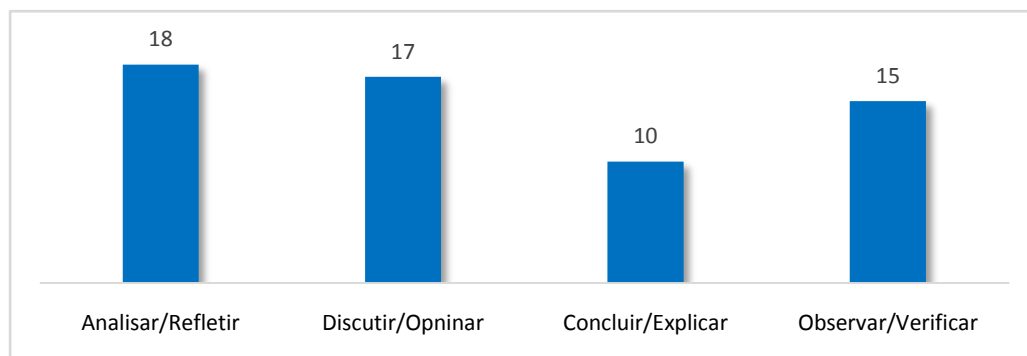
Figura 6: Respostas dos alunos referentes as questões 3, 4 e 5 do questionário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

De acordo com Gibin e Filho (2016), a abordagem investigativa tem ainda potencial para promover aprendizagem de habilidades, elaboração de hipóteses, comunicação dos resultados aos colegas de sala, além de motivar a participação nas investigações. Isso pôde ser verificado no presente estudo, em que os estudantes conseguiram construir seu próprio conhecimento. Mais da metade dos alunos afirmaram que o processo de análise, reflexão e discussão foram mais interessantes (Figura 7). No entanto, o fato de apenas 10 alunos terem considerado o processo “Concluir/Explicar” como interessantes, reforça que os alunos se sentem inseguros ao expor seus argumentos (Figura 7).

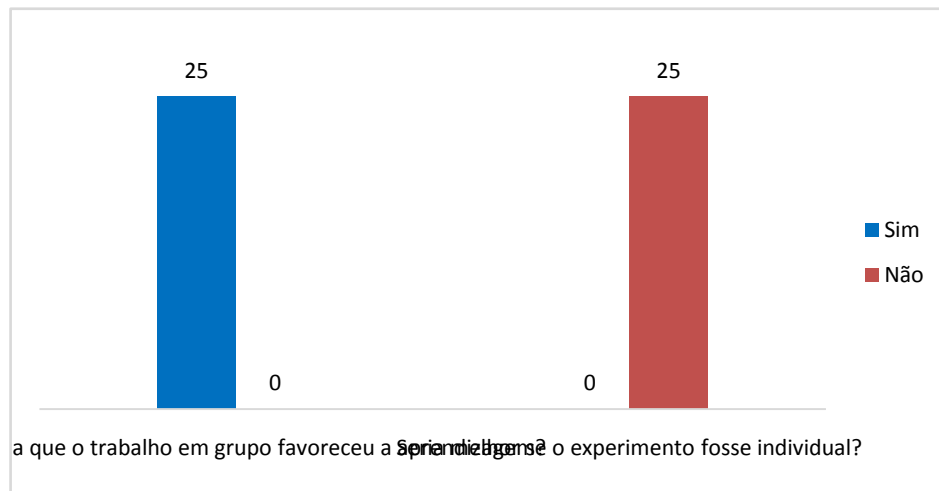
Figura 7: Respostas dos alunos a questão 6 do questionário: “O que você achou mais interessante?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Balacó (2017) mostra, em seu estudo, que o trabalho em grupo favorece a aprendizagem, pois os alunos se sentiam mais confiantes e conseguiam discutir entre si, procurando aquilo que suas opiniões tinham em comum. De fato, foi possível observar isso na aula trabalhada, pois os alunos demonstravam empolgação em discutir o assunto, cada um tentando encontrar uma solução para o problema proposto. Todos os 25 alunos presentes concordaram que o trabalho em equipe contribuiu com o processo de aprendizagem (Figura 8).

Figura 8: Respostas dos alunos referentes as questões 8 e 9 do questionário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

7 CONCLUSÃO

O objetivo principal da metodologia deste trabalho era de transformar o aluno em sujeito ativo do seu processo de aprendizagem, ou seja, sendo capaz de construir seu próprio conhecimento.

Com este trabalho, foi constatado que a realização de demonstrações investigativas é eficaz no ensino de Física. Foi possível observar isso ao analisar o desempenho dos alunos, quando eles se sentiram motivados ao tentarem arriscar respostas ao problema proposto e em seguida comprová-los. O ensino investigativo, ao longo deste estudo, se mostrou como uma ferramenta importante no processo de ensino-aprendizagem, promovendo a aquisição de habilidades fundamentais para que o aluno aprenda diversos assuntos.

Os dados do trabalho apresentaram os diversos benefícios da metodologia de investigação na aprendizagem dos alunos, no entanto, devemos reconhecer que propor novas metodologias de ensino é sempre um desafio. Com efeito, Balacó (2017) diz que trata-se de uma ação de extrema complexidade, pois traz a necessidade de revisão e crítica do trabalho docente.

O uso de aulas teóricas e expositivas é necessário, e, o ensino por investigação, surge como uma ferramenta que permite que os alunos tenham contato com novas descobertas e diferentes olhares sobre um mesmo assunto. Portanto, a metodologia do ensino por investigação vem para abrir novos caminhos da educação, construindo alunos críticos, pensantes e autônomos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, Junho 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172003000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 27 abr. 2017.
- AZEVEDO, Maria Cristina Stella de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVAHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 2.ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012. p. 19-33.
- BACHELARD, G. **Ensaio sobre o conhecimento aproximado**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004, 318 p.
- BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. In: **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, p. 265–278, Springer 2006.
- BLOSSER, P. E. Matérias em Pesquisa de Ensino de Física: O papel do laboratório no ensino de ciências. Tradução M.A. Moreira. **Cad. Cat. Ens. Física**, v.5, n.2, p. 74-78, 1988.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.9, n.3, p. 291-313, 2002.
- BORRAJO, Thiago Balacó. **Atividades investigativas para o ensino de óptica geométrica**. 2017. 78 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.
- BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências: Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1998. 139p.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.
- BRITO, André Chaves de. **Motivação intrínseca e extrínseca aplicada ao ensino de física: um estudo de caso**. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, 2016.
- CAMPOS, M. M. **A Formação de professores para crianças de 0 a 10 anos: modelos em debate**. Educação & Sociedade, v.20, n.68, p.126-142, dez. 1999. (Número especial: Formação de profissionais da educação: políticas e tendências.)
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Calor e temperatura**. 1.ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.
- COSTA, VALÉRIA C I. Aprendizagem baseada em problemas (PBL). **Revista Tavola Online**. 2011. Disponível em <<http://nucleotavola.com.br/revista/2011/03/01/aprendizagem-baseada-em-problemas-pbl/>>. Acesso em: 16 maio 2017.

DEBOER, G. E. Historical perspectives on inquiry teaching in schools. In: FLICK; LEDREMAN. **Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education**. Springer, 2006, p. 17-35.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2000.

GIBIN, Gustavo Bizarria; FILHO, Moacir Pereira de Souza. **Atividades experimentais investigativas em física e Química: uma abordagem para o ensino médio**. 1.ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

GIL-PÉREZ, D; VALDÉS CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v.14, n.2, p.155-163, 1996.

GIL, D. et al. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.2, p. 213-314, 1999.

HILGENHEGER, N. **Johann Herbart**. Tradução . 1. ed. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2010.

HODSON, D. In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. **International Journal of Science Education, London**, v. 14, n. 5, p. 541–566, 1992.

LIMA, D. B. **O ensino investigativo e suas contribuições para a aprendizagem de Genético no ensino médio**. 2012. 48f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MONTEIRO, J. A. **Plano de aula de Eletricidade com abordagem investigativa**. 2016. 46 f. Monografia (Graduação em Física Licenciatura) – Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio: Pesquisa em educação em ciências**, v. 9, n. 1, 2007. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/122/172>>. Acesso: 15 maio 2017.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v.12, n.1, p. 139-153, 2010.

PEDUZZI, L.O.Q.; PEDUZZI, S. S. Sobre o papel da resolução literal de problemas no Ensino de Física: Exemplos em Mecânica In: **Ensino de Física: Epistemologia, Metodologias e Técnicas**. Org. M. Pietrocola. 2000, Ed.Usp.

SÁ, E. F. de, PAULA, H. de F, LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. de. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em

ensino de ciências. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**, 6, Florianópolis, SC, Atas..., 2007.

SOUZA, F. L. de; et al. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. São Paulo: Centro Paula Souza – Setec/MEC, 2013.

TORRE, J.C. Apresentação: a motivação para a aprendizagem. In: Tapia, J.A.; Fita, E.C. **A motivação em sala de aula: o que é, como se faz**. 7.ed. São Paulo: Edições Loyola, 2006. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=n86zt8bL41QC&oi=fnd&pg=PA7&dq=motiva%C3%A7%C3%A3o+em+sala+de+aula&ots=PG9hayhi8P&sig=L_N9YpeB9d8eQ-sQi9mLaDjfhHG0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 27 abr. 2017.

WILSEK, M.; TOSIN, J. Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas. **Estado do Paraná**, v. 3, n. 5, 2012. Disponível em:<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

WONG, D. PUGH, Kevin. Learning Science: A Deweyan Perspective In: **Journal of research in science teaching**. v. 38, n. 3, p. 317-336, 2001.

ZÔMPERO, A.; LABURÚ, C. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

APÊNDICE A – PLANO DE AULA

Aula - O calor e sua propagação

Objetivos

- Compreender como o calor se propaga nos meios materiais, principalmente nos fluidos;
- Analisar e identificar a propagação do calor por convecção.

Tipo de atividade investigativa: Demonstração Investigativa.

Material

- Uma folha de papel ofício A4 por equipe;
- Kit experimental para a demonstração do professor.

Introdução

Nesta aula, será feita uma investigação sobre a convecção térmica por meio da diferença de densidade de um fluido quando a sua temperatura é modificada. Tal abordagem deve se desenvolver através de questionamentos promovidos pelo professor e a demonstração de um experimento de baixo custo.

Fundamentação teórica

Temperatura e calor

Temperatura é a grandeza que caracteriza o estado térmico de um sistema.

Há um grande equívoco das pessoas ao avaliarem o estado térmico de um corpo apenas pela sensação de quente ou frio que sentem ao tocá-lo. O erro existe pelo fato de que as sensações de quente ou frio são muito individuais e subjetivas, pois vão depender do indivíduo e das condições a que ele está sujeito.

Para se avaliar fisicamente o conceito de “quente” ou “frio”, é necessário entender que a temperatura está diretamente associada a um determinado grau de agitação ou movimentação de partículas de um corpo. Por exemplo, imagine um balão de borracha, fechado, com ar em seu interior. O que acontecerá, caso se esquite o ar contido dentro do balão? O ar é constituído de pequenas partículas que se movimentam em todas as direções. Ao aquecer o ar, as partículas passam a se movimentar com mais velocidade, o que resultará na explosão do balão.

Outro erro é achar que temperatura e calor são conceitos iguais. Como explicado acima, temperatura é a medição do grau de agitação das partículas em seu interior. O calor é a energia térmica (somatório das energias de agitação das partículas de um corpo) em trânsito de um corpo para outro, sendo este provocado por uma diferença de temperaturas.

O calor pode se propagar de três maneiras distintas, denominadas: Condução, convecção e irradiação.

A condução térmica consiste no processo de transferência de energia (calor) de molécula à molécula, necessitando de um meio material para se propagar. Já a convecção ocorre apenas em fluídos (líquidos e gases), onde são formadas as correntes de convecção. Estas correntes são formadas por uma diferença de temperatura no fluído, que se movem e ocasionam o transporte de energia e transferência de calor. Essa propriedade tem relação direta com a densidade dos corpos. Por fim, a irradiação se dá pela transmissão de calor através de ondas eletromagnéticas. Essa é a única forma do calor se propagar no vácuo.

Densidade

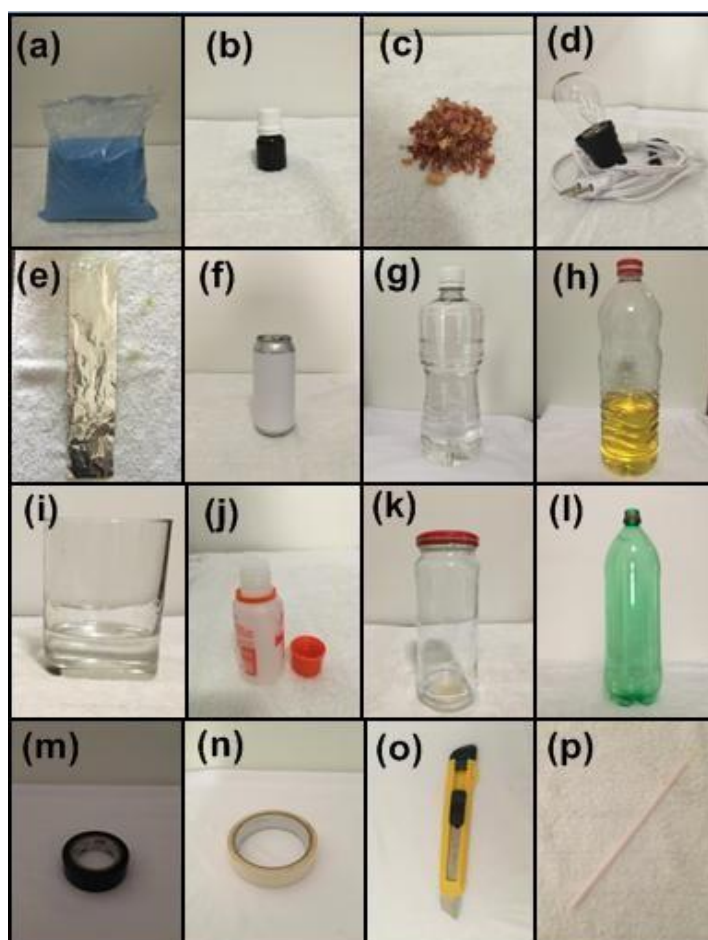
Densidade é uma relação entre massa e volume. Existe alguma relação direta da densidade com a temperatura e calor? A temperatura influencia no “espaço” necessário para comportar as moléculas e átomos. Ou seja, influencia diretamente no volume. Por exemplo, quando um líquido é aquecido, as moléculas começam a se agitar e a se separar, o que resulta na necessidade de mais espaço. Portanto quanto maior a temperatura, maior o volume, menor a densidade e vice e versa.

Descrição do kit experimental

Materiais (ver Figura 1)

- | | |
|---|--|
| a) Areia (390g); | g) 50 mL de álcool etílico 99,5; |
| b) Corante alimentício; | h) 300 mL de óleo de soja; |
| c) Serragem de madeira; | i) 50 mL de água; |
| d) Lâmpada halógena 105 W; Fio com interruptor e com plugue de tomada (2m); Bocal para lâmpada; | j) Frasco conta-gotas; |
| e) Papel alumínio (30 cm de comprimento x 9 cm de largura); | k) Frasco de vidro com tampa (250 mL); |
| f) Lata de alumínio (473 ml); | l) Garrafa PET (2L); |
| | m) Fita isolante; |
| | n) Fita crepe; |
| | o) Estilete; |
| | p) Canudo. |

Figura 1: Materiais necessários para a demonstração.



Produção do kit experimental

Montagem do suporte

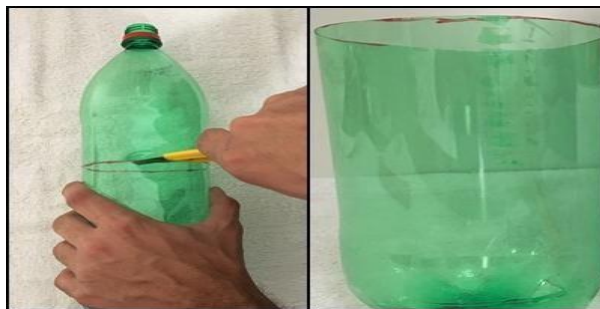
1. Marque com uma caneta a altura da lata na garrafa PET, como mostra a figura2

Figura 2: Garrafa PET marcada na altura da lata.



2. Com o auxílio do estilete, corte a área demarcada na garrafa, como mostra a figura3.

Figura 3: Garrafa PET cortada.



3. Corte a parte superior da lata com um estilete, como mostra a figura4.

Figura 4: Lata de alumínio cortada.



4. Com o auxílio do estilete, faça um furo circular com 4 cm de diâmetro na base da garrafa e da lata por onde irão passar os fios, como mostra a figura 5.

Figura 5: Furos feitos para a passagem dos fios.



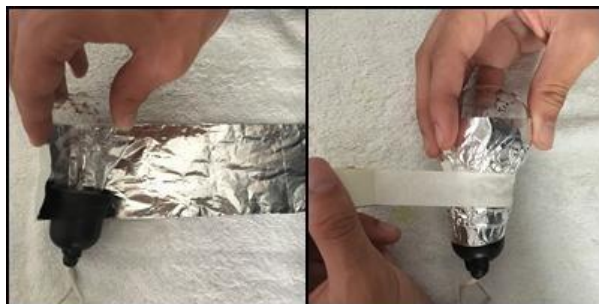
5. Com o auxílio do estilete, descasque as pontas dos fios do bocal, como mostra a figura 6.

Figura 6: Fios do bocal descascados.



6. Encaixe a lâmpada no bocal, os envolva com papel alumínio e cole com fita crepe, como mostra a figura 7.

Figura 7: Papel alumínio fixado no bocal com a lâmpada.



7. Coloque a lata dentro da garrafa, como mostra a figura8.

Figura 8: Lata dentro da garrafa.



8. Coloque a lâmpada com o bocal dentro da lata, como mostra a figura9.



Figura 9: Lâmpada e bocal dentro da lata.

9. Passe os fios do bocal pelos furos da lata e da garrafa. Conecte-os, como mostra a figura 10, com o outro fio que será ligado à tomada.

Figura 10: Fios conectados.



10. Faça os isolamentos dos fios com fita isolante, como mostra a figura 11.

Figura 11: Isolamento dos fios.



11. Centralize a lâmpada na lata e coloque areia entre a lâmpada e a lata para deixá-la fixa ao centro, como mostra a figura 12.

Figura 12: Centralização da lâmpada com areia.



12. Preencha o espaço entre a lata e a garrafa com serragem de madeira, conforme a figura 13, finalizando a montagem do suporte.

Figura 13: Suporte preenchido com serragem.



Preparo da mistura

13. Em um copo, coloque cerca de 50 mL água, adicione algumas gotas de corante e misture, conforme a figura 14.

Figura 14: Mistura água e corante.



14. Coloque a mistura água e corante em um frasco conta-gotas, conforme a figura 15.

Figura 15: Frasco com água colorida.



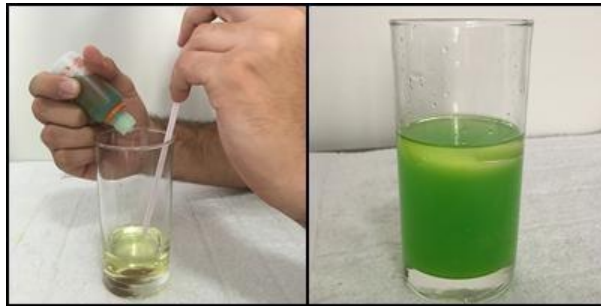
15. Em outro copo coloque 25 mL de óleo. Em seguida adicione 50 mL de álcool, como a figura 16. Observe a separação das fases.

Figura 16: Mistura óleo e álcool.



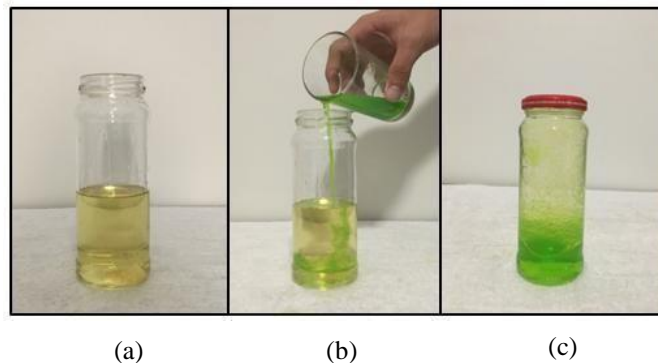
16. Usando o frasco conta-gotas, adicione cuidadosamente a água colorida no álcool, sempre misturando com o canudo e deixe o óleo, como mostra a figura 17. Pare de adicionar a água colorida quando todo o óleo subir. Esse processo servirá para identificar quando a densidade da mistura água e álcool fique um pouco maior do que a densidade do óleo.

Figura 17: Óleo sobre a mistura colorida de água e álcool.



17. Coloque o óleo no frasco de vidro até metade de sua altura, como mostra a figura 18(a). Adicione a mistura óleo, álcool e água colorida, conforme a figura 18(b) e depois adicione o óleo até completar o volume total do recipiente e tampe-o ao final, como mostra a figura 18(c). O óleo ficará totalmente na parte superior e a mistura na parte inferior. Assim, estará feita a mistura.

Figura 18: Obtenção da lâmpada de lava.



Execução do experimento

18. Encaixe a mistura final no suporte, de acordo com a figura19.

Figura 19: Mistura final da lâmpada.



19. Conecte o plugue do suporte na tomada e ligue o interruptor. A lâmpada halógena se acenderá e iluminará a mistura. Aguarde cerca de 5 minutos e observe a subida de uma massa fluida colorida ocasionada pelas correntes de convecção. Após alguns segundos, a mesma retornará ao fundo. Esse processo de formação de massas fluidas irá se repetir enquanto a lâmpada estiver acesa. Veja figura20.

Figura 20: Lâmpada de lava em funcionamento.



Procedimento demonstrativo

O professor deve dividir a sala em no máximo 5 equipes e a equipe deve escolher um membro para fazer o registro da investigação. Uma folha de papel ofício A4 deve ser entregue para a realização de um relatório.

Após a divisão de equipes, o professor deverá explicar que os estudantes devem discutir, formular ideias em seus grupos e ressaltar a importância de fazerem registros em seus relatórios.

O professor deve levar a demonstração para a sala de aula já montada. A montagem não faz parte da aula. O professor deverá explicar as partes que compõem o experimento e após isso, deverá lançar o seguinte questionamento: *O que vai acontecer com a parte brilhante?* Peça para que as equipes façam registros em seus relatórios. Em seguida, o professor deve realizar a demonstração para a turma. A demonstração deve durar cerca de cinco minutos.

O professor deverá dar um tempo de dez minutos para que as equipes discutam e façam registros em seus relatórios. É importante que nesse período, o professor fique acompanhando as equipes, para se certificar que os alunos estejam de fato realizando a atividade.

Feita a discussão, o professor solicitará que um membro de cada equipe venha expor à sala suas respostas e conclusões. É importante que o professor escute atentamente os alunos sem descartar nenhuma resposta ou colocação.

Para finalizar a aula, o professor, em uma abordagem expositiva deverá fazer um resumo explicativo, utilizando as próprias concepções dos alunos, conduzindo-os para a construção de um conhecimento científico.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO

FÍSICA	EXPERIMENTO LÂMPADA DE LAVA
	QUESTIONÁRIO

1. Você se sentiu desafiado ao fazer as previsões?
 Sim Não

2. Você teve curiosidade em saber a resposta?
 Sim Não

3. Você obteve algum conhecimento durante o ato investigativo realizando nesta aula?
 Sim Não

4. O processo investigativo ajudou você a chegar em alguma conclusão sobre o assunto abordado nesta aula?
 Sim Não

5. O processo investigativo lhe motivou a querer discutir e debater a solução do problema com seus colegas?
 Sim Não

6. O que você achou mais interessante?
 Analisar/ Refletir Discutir/Opinar
 Concluir/ Explicar Observar/ Verificar

7. Durante a exposição das ideias do grupo em sala, você sentiu medo de estar errado?
 Sim Não

8. Você acha que o trabalho em grupo favoreceu a aprendizagem?
 Sim Não

9. Seria melhor se o experimento fosse individual?
 Sim Não

