

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**UTILIZANDO DEMONSTRAÇÕES EM VÍDEO PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO
MÉDIO**

ELOIR DE CARLI



PORTO ALEGRE

2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

**UTILIZANDO DEMONSTRAÇÕES EM VÍDEO PARA O ENSINO DE FÍSICA TÉRMICA NO ENSINO
MÉDIO**

ELOIR DE CARLI

**Dissertação realizada sob orientação da Prof.^a
Dra. Rejane Maria Ribeiro Teixeira e co-
orientação do Prof. Dr. Fernando Lang da
Silveira e apresentada ao Instituto de Física da
UFRGS em preenchimento parcial aos requisitos
para obtenção do grau de Mestre em Ensino de
Física**

PORTO ALEGRE

2014

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a minha esposa Aline Menegáz De Carli e a minha filha Luísa Menegáz De Carli, fonte de toda minha inspiração.

Agradeço a todos os professores, em especial aos meus orientadores Rejane Maria Ribeiro Teixeira e Fernando Lang da Silveira que trabalharam intensamente na produção deste trabalho e a prof.^a Eliane Angela Veit que sugeriu o tema da dissertação.

Agradeço também a todos os meus amigos e colegas que torceram por mim, em especial a Paulo Roberto Lima Junior e Aline Celuppi Wegner, fundamentais durante toda esta caminhada.

Um especial agradecimento a meus familiares, especialmente a meus pais Marlene e Zeferino De Carli.

RESUMO

Neste trabalho busca-se desenvolver um material instrucional que possa servir de motivação para o estudo do conteúdo de Física Térmica para estudantes de nível médio. O material desenvolvido se constitui de vídeos curtos e legendados de experimentos de Física que podem servir como demonstrações, ilustração ou para instigar a curiosidade dos estudantes acerca de determinado fenômeno. Após a aplicação do material instrucional junto a alunos do Ensino Médio, lhes foi solicitado que produzissem, como atividade extraclasse, um vídeo de um experimento relacionado ao conteúdo do trimestre com a respectiva explicação do experimento. Esta atividade serviu como reforço e motivação no estudo dos conceitos de Física Térmica e como parte da avaliação dos estudantes. Neste trabalho descreve-se o material produzido, a experiência do autor em sala de aula com atividades utilizando os vídeos e os resultados obtidos com a aplicação da proposta. A escolha do tema dos vídeos (Física térmica) se deu em função do conteúdo previsto para a seriação do grupo de estudantes que se tinha à disposição para a aplicação do projeto. A proposta didática foi aplicada na Escola Fundação Evangélica de Novo Hamburgo/RS com três turmas do 2º ano do Ensino Médio durante os meses de setembro a dezembro de 2012. O trabalho se deu à luz da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e dos pressupostos de Joan Ferrés para a introdução do vídeo como parte do processo de aprendizagem. A escolha destes referenciais ocorreu em função da necessidade de se ensinar o conteúdo dentro de um referencial específico para o desenvolvimento de um trabalho utilizando o vídeo como recurso audiovisual. A avaliação da proposta foi realizada com base em um questionário respondido pelos estudantes ao final da aplicação da proposta e da experiência do autor como docente. Segundo os estudantes, o trabalho com vídeos facilita a compreensão de determinado fenômeno, pois a observação do mesmo, ao invés do simples relato, estimula a compreensão do conteúdo. Os vídeos foram produzidos utilizando-se equipamentos de gravação e edição profissionais, o que confere uma maior qualidade de imagem ao produto. Os vídeos produzidos, bem como os roteiros de atividades para os alunos e os guias pedagógicos para os professores que acompanham os vídeos, serão disponibilizados na série Hipermídias de Apoio ao Professor de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (<http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/index.php>).

Palavras-chave: Vídeo; Educação; Física Térmica; Ensino de Física; Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This work deals with a research about instructional materials which can be used in class to motivate high school students to study Thermal Physics. These materials are short videos with subtitles about Physics experiments that can illustrate the explanations done by the teacher about a specific subject and it can increase the students' curiosity about a specific phenomenon as well. After a previous explanation about the subject, the students were asked to produce a video about an experiment related to the content of the semester as homework, including in it the respective explanation about the subject. This activity was applied to the students in order to review the contents presented previously and also to motivate them to reinforce the concepts of Thermal Physics. The activity was evaluated as part of the learning process of the students. The work describes the produced materials, the experiment of the author in class and analyses the results of this activity. The subject *Thermal Physics* was chosen following the contents available to the students in that semester. This research project was applied at Fundação Evangélica, in Novo Hamburgo, RS, with three groups of high school students, second level, from September to December, 2012. The work was based on the David Ausubel and Joan Ferrés meaningful learning theory in introducing the video as part of the learning process. Those referential were chosen due to the necessity to teach the contents using a video as an audiovisual source. The evaluation of the proposal was performed based on a questionnaire answered by the students at the end of the experiment application. According to the students, using videos in class can facilitate the students understanding about certain phenomenon, because visual sources stimulate the comprehension of the target content. The videos were produced using professional equipment to record and edit them, in order to provide higher image and quality. The produced videos, the guide of the students' activities, and a pedagogical guide for teachers will be available on the site: Apoio ao Professor de Física do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. (<http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/index.php>).

Keywords: Video; Education; Thermal Physics; Physics teaching; Meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1: Foto histórica da Fundação Evangélica.....	22
Figura 4.2: Fachada atual da Escola.	23
Figura 4.3: Ambiente de sala de aula durante a aplicação da proposta.....	23
Figura 4.4: Sítio da Escola Instituição Evangélica de Novo Hamburgo (IENH).....	24
Figura 4.5: Ambiente de Educação à distância mantido pela IENH.	24
Figura 4.6: Cursos dos professores que utilizam o ambiente EAD mantido pela IENH.	25
Figura 4.7: Lista de tarefas postadas no ambiente EAD da Escola.....	25
Figura 4.8: Capturas de tela do vídeo “Centelhas de palha de aço (Vídeo 1)”.	30
Figura 4.9: Capturas de tela do vídeo “Centelhas de palha de aço (Vídeo 2)”.	31
Figura 4.10: Capturas de tela do vídeo “Calor específico do óleo (Vídeo 1)”.	31
Figura 4.11: Capturas de tela do vídeo “Calor específico do óleo (Vídeo 2)”.	32
Figura 4.12: Capturas de tela do vídeo “Balão na chama da vela (Vídeo 1)”.	33
Figura 4.13: Capturas de tela do vídeo “Balão na chama da vela (Vídeo 2)”.	34
Figura 4.14: Capturas de tela do vídeo “Capacidade Térmica da água (Vídeo 1)”.	35
Figura 4.15: Capturas de tela do vídeo “Capacidade Térmica da água (Vídeo 2)”.	35
Figura 4.16: Capturas de tela do vídeo “Transformações adiabáticas (Vídeo 1)”.	36
Figura 4.17: Capturas de tela do vídeo “Transformações adiabáticas (Vídeo 2)”.	37
Figura 4.18: Capturas de tela do vídeo “Água como transmissora de calor (Vídeo 1)”.	37
Figura 4.19: Capturas de tela do vídeo “Água como transmissora de calor (Vídeo 2)”.	38
Figura 4.20: Capturas de tela do vídeo “Bons e maus condutores de calor (Vídeo 1)”.	38
Figura 4.21: Capturas de tela do vídeo “Bons e maus condutores de calor (Vídeo 2)”.	39
Figura 4.22: Capturas de tela do vídeo “Condução térmica em metais (Vídeo 1)”.	40
Figura 4.23: Capturas de tela do vídeo “Condução térmica em metais (Vídeo 2)”.	40
Figura 4.24: Capturas de tela do vídeo “Correntes de convecção no ar (Vídeo 1)”.	41
Figura 4.25: Capturas de tela do vídeo “Correntes de convecção no ar (Vídeo 2)”.	41
Figura 4.26: Capturas de tela do vídeo “Correntes de convecção na água (Vídeo 1)”.	42
Figura 4.27: Capturas de tela do vídeo “Correntes de convecção na água (Vídeo 2)”.	43
Figura 4.28: Capturas de tela do vídeo “Temperatura em diferentes partes do martelo (Vídeo 1)”.	44
Figura 4.29: Capturas de tela do vídeo “Temperatura em diferentes partes do martelo (Vídeo 2)”.	44
Figura 4.30: Capturas de tela do vídeo “Anel de Gravesande (Vídeo 1)”.	45
Figura 4.31: Capturas de tela do vídeo “Anel de Gravesande (Vídeo 2)”.	45
Figura 4.32: Capturas de tela do vídeo “Difusão molecular (Vídeo 1)”.	46
Figura 4.33: Capturas de tela do vídeo “Difusão molecular (Vídeo 2)”.	46
Figura 4.34: Capturas de tela do vídeo “Dilatação dos gases (Vídeo 1)”.	47
Figura 4.35: Capturas de tela do vídeo “Dilatação dos gases (Vídeo 2)”.	47
Figura 4.36: Capturas de tela do vídeo “Dilatação linear (Vídeo 1)”.	48
Figura 4.37: Capturas de tela do vídeo “Dilatação linear (Vídeo 2)”.	49
Figura 4.38: Capturas de tela do vídeo “Dilatação volumétrica (Vídeo 1)”.	50
Figura 4.39: Capturas de tela do vídeo “Dilatação volumétrica (Vídeo 2)”.	51

Figura 4.40: Capturas de tela do vídeo "Lâmina "bimetálica" (Vídeo 1)"	51
Figura 4.41: Capturas de tela do vídeo "Lâmina "bimetálica" (Vídeo 2)"	52
Figura 4.42: Capturas de tela do vídeo "Fenômenos reversíveis e irreversíveis"	53
Figura 4.43: Capturas de tela do vídeo "Gelo derretendo"	53
Figura 4.44: Capturas de tela do vídeo "Máquina térmica"	54
Figura 4.45: Capturas de tela do vídeo "Água fervendo (Vídeo 2)"	55
Figura 4.46: Capturas de tela "Água fervendo em baixa pressão (Vídeo 1)"	56
Figura 4.47: Capturas de tela "Água fervendo em baixa pressão (Vídeo 2)"	56
Figura 4.48: Capturas de tela do vídeo "Experimento de Tyndall (Vídeo 1)"	57
Figura 4.49: Capturas de tela do vídeo "Experimento de Tyndall (Vídeo 2)"	57
Figura 4.50: Capturas de tela do vídeo "Fusão do gelo (Vídeo 1)"	58
Figura 4.51: Capturas de tela do vídeo "Fusão do gelo (Vídeo 2)"	58
Figura 5.1: Licença <i>creativecommons</i> presente nos vídeos	64

Sumário

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	9
CAPÍTULO 2 - ESTUDOS RELACIONADOS	15
CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel	18
3.2 Proposta de Joan Ferres para a introdução de vídeos na Educação	19
CAPÍTULO 4 – APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA.....	22
4.1 Contexto da aplicação da proposta	22
4.2 Conteúdos abordados.....	26
4.3 Equipamentos utilizados e o modo de produção dos vídeos	27
4.4 Material instrucional	28
4.5 Apresentação dos vídeos	30
CAPÍTULO 5 – IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA.....	59
5.1 Termometria.....	59
5.2 Calorimetria.....	60
5.3 Mudanças de fases.....	60
5.4 Transmissão de calor.....	61
5.5 Dilatação térmica	62
5.6 Estudo dos gases	62
5.7 Termodinâmica	62
CAPÍTULO 6 - AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES E DA PROPOSTA DIDÁTICA	65
6.1 Resultados da avaliação dos estudantes	65
6.2 Resultados da avaliação da proposta didática	68
CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	74
REFERÊNCIAS.....	76
APÊNDICES E ANEXOS	79
APÊNDICE A – DVD COM O MATERIAL INSTRUCIONAL.....	80
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PROPOSTA	82
ANEXO A – TABELA DE VALORES DO CALOR ESPECÍFICO DE ALGUMAS SUBSTÂNCIAS	84
ANEXO B – TABELA DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA DE DIVERSOS MATERIAIS	86

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

A sala de aula não é mais a mesma, não se pode mais ignorar os recursos da tecnologia e continuar com aulas de ciências em geral e de Física, em particular, sem a utilização de recursos multimídia. Apesar desta ideia já estar profundamente difundida entre os pesquisadores da área de ensino e aprendizagem, ela parece não atingir grande parte dos professores do Ensino Médio, que muitas vezes sem recursos ou motivação, dão as costas para as novas tecnologias de ensino e obrigam seus alunos a aprenderem da mesma maneira que eles mesmos aprenderam, compelindo-os a abrir mão do mundo tecnológico em que vivem para dedicar-se à rotina do “quadro e giz” em todas as aulas ou ainda manter o método em que o professor fala e o aluno escuta.

Arroio e Giordan (2006) destacam que as informações na sociedade provêm principalmente da televisão, ou seja, as pessoas estão habituadas a receber informações através de imagem e som. Desta forma, acredita-se que a aprendizagem pode se dar de maneira mais significativa se os estudantes forem expostos não só à explanação do professor, mas também a outros recursos audiovisuais, como imagens, vídeos, sons. Acredita-se que os estudantes possuem uma melhor capacidade de entendimento quando submetidos a recursos diversos, entretanto, cabe ressaltar que tais recursos devem servir como uma estratégia pedagógica adicional, não necessariamente presentes em todas as aulas e muito menos que substitua o papel do professor.

Durante o desenvolvimento do trabalho desta dissertação foi produzido um acervo de vídeos de experimentos de Física Térmica, que pode ser usado por professores que tenham interesse em diversificar sua prática docente. Em muitos casos, estes professores recorrem a vídeos “caseiros” que não raro apresentam bom conteúdo, mas sem uma boa produção. Os autores preocuparam-se com a realização de vídeos que aliem estes dois aspectos, boa produção com conteúdo adequado. Os vídeos foram produzidos voltados para a prática pedagógica, ou seja, destinados a professores de ciências em geral e de Física, em particular. Os vídeos, juntamente com os guias pedagógicos para os professores e os roteiros de atividades para os estudantes, constituem o produto educacional desta dissertação.

Muitos professores são avessos a mudanças em seu método de ensino. Nossa proposta não necessariamente implica em uma mudança radical no método de ensino do docente. O professor que optar por utilizar os vídeos produzidos pode inseri-los naturalmente em sua aula. Por exemplo, ao expor o conteúdo sobre dilatação térmica superficial pode-se exibir o vídeo que mostra a dilatação em um anel de Gravesande como ilustração ou a partir da exibição do vídeo discutir o fenômeno envolvido na dilatação térmica de uma superfície.

Amorim (2011) alerta que não basta apenas informatizar as escolas e facilitar o acesso à internet e outros meios de comunicação. Também é necessário formar e capacitar professores, fornecendo-lhes qualificação para lidar com materiais potencialmente significativos e disponibilizar materiais educativos em abundância, através de repositórios onde o professor possa buscar elementos necessários para o aperfeiçoamento de sua prática de ensino. O docente, por sua vez, deve planejar e inserir estes elementos em suas aulas de forma a contribuir para uma aprendizagem significativa.

O presente trabalho visa, principalmente, fornecer material potencialmente significativo e também motivar docentes e discentes para a produção de seus próprios vídeos, além de sugestões de atividades que possam ser reproduzidas em sala de aula.

Moreira (2011, p. 229), em seu livro “Teorias de Aprendizagem”, citando Neil Postman, também aponta neste sentido, quando diz: *A utilização de materiais diversificados, e cuidadosamente selecionados, ao invés da “centralização” em livros de texto é também um princípio facilitador da aprendizagem significativa crítica.*

Ferrés (2001) destaca o planejamento do material audiovisual. Segundo o autor o material pode ser elaborado pelo professor ou pelos alunos. Se elaborado pelo próprio professor, apresenta a vantagem de trabalhar com um material que julgue adequado para transmitir aos alunos, pois o desenvolvimento de um material para o ensino de ciências em nível fundamental pode não ser adequado para se trabalhar com estudantes de nível superior, ou seja, o conteúdo abordado e a forma como é abordado deve ser adequado ao nível de escolaridade do público alvo. Por isso é positivo qualquer esforço de elaboração ou de reelaboração de um material com uma melhor qualidade técnica e visual. Se elaborado pelos alunos, seu objetivo não deve ser a obra final que servirá para um trabalho didático posterior. Quando os alunos produzem o material audiovisual, o trabalho didático é realizado durante o processo de produção. A aprendizagem não se realiza graças a uma obra acabada, bem apresentada e com cuidados técnicos, mas no momento em que essa obra é produzida. Deve-se priorizar neste caso, portanto, o conteúdo apresentado e não as técnicas para obtenção e produção do vídeo.

Durante o período de desenvolvimento desta proposta didática e sua aplicação em sala de aula, também foi incentivado que os estudantes produzissem seus próprios filmes a partir de experimentos de baixo custo. Esta tarefa compôs parte da avaliação parcial ao final do trimestre, na qual foi considerado, principalmente, o processo de produção do material e não o produto final. Uma lista com alguns dos vídeos produzidos pelos alunos e comentários gerais sobre os mesmos encontram-se na seção 5.8.

Muito já se discutiu sobre a introdução de novas tecnologias no ambiente escolar e de suas potencialidades, nas palavras de Moran (2002):

A força da linguagem audiovisual está em que consegue dizer muito mais do que captamos, chegar simultaneamente por muitos mais caminhos do que conscientemente percebemos e encontra dentro de nós uma repercussão em imagens básicas, centrais, simbólicas, arquetípicas, com as quais nos identificamos ou que se relacionam conosco de alguma forma.

Moran (1995) destaca que o vídeo deve ser utilizado de forma a aproximar a sala de aula do cotidiano do aluno. O professor deve utilizar este recurso como uma ferramenta a mais no processo de ensino aprendizagem e não como a única ferramenta, sendo que o uso inadequado do vídeo pode ser desastroso para a aprendizagem. Usando as nomenclaturas de Moran (1995), os vídeos não devem ser utilizados como: (i) tapa buraco, utilizado para preencher o tempo vago; (ii) vídeo-enrolação: sem vinculação aos assuntos estudados; (iii) vídeo-deslumbramento: utilização apenas de vídeos esquecendo as demais tecnologias, dinâmicas e técnicas de ensino, levando a uma monotonia e empobrecimento das aulas; (iv) vídeo-perfeição: preocupar-se com detalhes de edição,

defeitos técnicos e estéticos ao invés de preocupar-se com o conteúdo; (v) só-vídeo: exibição pura e simplesmente do vídeo sem discussão dos conteúdos e sem interação com outros conteúdos da aula.

Dentre as contribuições que podem ser oferecidas através do uso de vídeos durante a prática docente, Moran (2009) destaca: (i) maior interesse dos alunos; (ii) aulas mais atraentes; (iii) comunicação audiovisual; (iv) melhor fixação dos assuntos principais; (v) complementação das discussões do material impresso.

Segundo esse autor, os professores, em sua maioria, utilizam vídeos esporadicamente na sala de aula, devido a dificuldades em dispor do material adequado para os conteúdos de sua disciplina. Sob este aspecto, o material desenvolvido neste trabalho é uma tentativa de preencher a lacuna existente devido à falta de materiais audiovisuais adequados e de baixo custo. Apesar de o material instrucional desenvolvido contemplar apenas uma pequena parte do vasto conteúdo de Física do Ensino Médio, pode ser encarado como um trabalho inicial, que poderá ser ampliado no futuro pelo autor ou por outros colaboradores que se interessarem pela proposta didática.

Outro aspecto a ser considerado e apontado por Silbiger (2005) quando alerta que uma pessoa pode aprender e reter muito mais conhecimento sentado no sofá da sala do que em uma sala de aula, dependendo do grau de envolvimento que esta pessoa tem com o assunto tratado. O potencial educativo dos meios audiovisuais é inquestionável, segundo a autora. “A imagem é hoje a forma superior de comunicação”. Mas, apesar do conteúdo audiovisual já estar presente em algumas instituições, ele ainda não é plenamente explorado por educadores, Silbiger destaca alguns pontos que determinam a eficácia do material audiovisual em sala de aula: (i) devem facilitar o pensamento crítico e a solução de problemas; (ii) a eficiência será maior quando o conteúdo reforça ou amplia conhecimentos e motivações pré-existentes; (iii) eles devem ser específicos para o público alvo que se deseja atingir; (iv) se tiverem relevância direta com o assunto a ser estudado; (v) serão mais significativos, para os estudantes, de acordo com a experiência prévia de cada um e a relação com o tema proposto; (vi) o material audiovisual tende a ser um instrumento pedagógico mais eficaz se inserido de forma adequada no ambiente de ensino-aprendizagem; (vii) as qualidades e habilidades do educador em apresentar os vídeos têm relação direta com a eficácia do processo.

O material instrucional desenvolvido e relatado nesta dissertação tem como objetivo uma solução rápida e prática, mesmo para aqueles professores que têm pouco conhecimento sobre informática ou não dispõem de recursos na escola para realizar demonstrações de experimentos. A criação de vídeos com demonstrações de experiências simples de Física, que costumam ser descritas nos livros textos comumente na forma de figuras, podem servir como organizadores prévios ou substituir alguma demonstração quando esta não for possível de ser realizada em sala de aula. Pode-se citar como exemplos de melhores resultados quando da substituição dos experimentos reais pelo uso do vídeo do experimento são demonstrações que demandam muito tempo para serem realizadas, como o experimento de regelo de Tyndall (seção 4.5.21) ou experimentos de difícil visualização por um grupo grande de estudantes, como o experimento em que uma porção de água entra em ebulição abaixo de 100°C (ponto de ebulição da água a pressão de 1 atm), que é apresentado na seção 4.5.20 desta dissertação.

Friedrich e Conradi (2008) analisam em seu trabalho a relação existente entre a evolução tecnológica e a sua implantação em sala de aula. As autoras destacam que a maioria das escolas na sua região,¹ mesmo as públicas, que muitas vezes têm menos recursos que as particulares, já dispõem de algum recurso multimídia, tal como computadores, projetores, internet, etc. Entretanto, a maioria dos professores continua com as mesmas práticas pedagógicas do século passado. Sons, imagens, interatividade e animações entre outros recursos fazem parte do dia a dia dos alunos, mas estes recursos não costumam ser levados à sala de aula pelos professores. Em uma pesquisa realizada com professores de sua região, constataram que os mesmos não estavam tecnicamente qualificados, ou não se sentiam preparados para desenvolver vídeos ou utilizar estes recursos.

O acervo de vídeos didáticos de experimentos de Física criados durante este trabalho de dissertação será disponibilizado de forma que outros professores possam utilizá-los em suas aulas. Não sendo necessário, portanto, um grande conhecimento sobre a produção de vídeos, visto que o material será disponibilizado na forma de arquivos de vídeo e também em um DVD. Esse material poderá contribuir para que o professor possa enriquecer e diversificar suas aulas, seja exemplificando o conteúdo com a exibição de uma experiência em vídeo, seja com a discussão da teoria a partir da observação de uma determinada experiência que seja motivadora ou através do método POE (predizer, observar, explicar) (Araújo; Veit, 2009); (White; Gunstone, 1992) no qual o aluno pode ser instigado a procurar por respostas, cientificamente aceitas, que visam explicar o fenômeno observado.

Vídeos poderão ser utilizados pelo professor de diversas formas, Moran (1995) destaca que o uso de vídeos auxilia fixando a significação atribuída à narrativa falada, mas não modifica a relação pedagógica. Usando a nomenclatura de Moran (1995), destacam-se as seguintes possíveis formas de utilização dos vídeos: (i) sensibilização: para introduzir um novo assunto; (ii) ilustração: ajuda a mostrar o que está sendo falado; (iii) simulação: mostrando experiências, que sejam perigosas ou que por algum motivo não são passíveis de serem realizadas; (iv) conteúdo de ensino: mostra determinado assunto de forma direta; (v) produção: os alunos constroem o vídeo; (vi) avaliação: a produção de vídeos pelos alunos pode servir como instrumento de avaliação.

Das formas de utilização listadas acima, as que mais se enquadram neste trabalho são a sensibilização e a ilustração, nas quais os vídeos podem ser utilizados para introduzir um novo assunto ou para ilustrar determinado conteúdo, sempre destacando o papel fundamental do professor no processo de discussão dos conteúdos.

O produto educacional desenvolvido durante este trabalho é organizado por atividade didática, cada uma composta de dois vídeos (Vídeo 1 e Vídeo 2), um roteiro de atividades a serem realizadas com os alunos e um guia pedagógico para o professor. O Vídeo 1 possui poucas legendas e apresenta uma questão a ser respondida. Pode ser utilizado, por exemplo, em uma atividade na qual o estudante assiste ao vídeo e responde as questões do roteiro de atividades ou pode ser utilizado pelo professor como uma demonstração, neste caso o professor deve complementar a exibição com uma explicação. O Vídeo 2 possui um maior número de legendas e também algumas explicações para os fenômenos discutidos, também pode-se utilizar este vídeo como forma de

¹As autoras desenvolvem sua prática pedagógica no Oeste do Estado do Paraná.

demonstração. Neste caso, recomenda-se fazer uma pausa para a leitura das explicações que aparecem no vídeo. Acompanha ainda estes vídeos, um guia pedagógico com sugestões de utilização do material para o professor.

A aplicação desta proposta didática ocorreu na Escola Fundação Evangélica de Novo Hamburgo/RS simultaneamente em 3 turmas do 2º ano do Ensino Médio, com um total de 99 alunos na faixa etária entre 14 e 16 anos, durante todo o 3º trimestre. Durante todo este período o conteúdo abordado foi Física Térmica, motivo pelo qual optou-se pela realização de vídeos relacionados a este assunto. A proposta foi aplicada no período de setembro a dezembro de 2012 com cada uma das turmas, com 3 horas-aula semanais, totalizando 40 horas-aula no trimestre além dos trabalhos extraclasse que foram realizados com o auxílio da plataforma *Moodle*², onde, por vezes, era exigido que o estudante assistisse ao vídeo e respondesse ao roteiro de atividades antes da aula. Esta prática buscava equalizar o conhecimento prévio dentre os estudantes.

Da experiência profissional anterior do autor, é sabido que nem todos os professores dispõem de tantos períodos de aula semanais e da totalidade destes recursos. Este foi um dos motivos que levou à criação destes objetos de aprendizagem de forma que eles podem ser utilizados juntos, separados, todos ou apenas alguns, de acordo com a necessidade e o planejamento do docente.

Os vídeos foram utilizados durante a aplicação em sala de aula sempre no intuito de fomentar a discussão dos conteúdos. Em nenhum momento pretendeu-se que a simples exibição do material servisse como uma forma de transmissão única e definitiva do conhecimento. O material foi utilizado sempre como uma ferramenta a mais na discussão dos conceitos envolvidos em cada situação. De forma análoga, em cada uma das situações procurou-se a valorização dos aspectos qualitativos e conceituais, deixando-se o formalismo matemático para um segundo momento.

A estratégia didática usada neste trabalho de dissertação demonstrou tornar o conteúdo mais atrativo para os alunos para inserir os conceitos cientificamente aceitos em substituição a pressupostos equivocados. Como parte da proposta didática foi realizado pelos próprios alunos trabalhos de filmagem e edição de vídeos de alguns experimentos simples de termologia. Alguns destes trabalhos e a sua importância na avaliação da aprendizagem são apresentados no Capítulo 6.1. Esta metodologia resultou em uma turma mais atenta, envolvida, participativa e colaborativa.

Os capítulos da dissertação estão organizados da seguinte forma:

No Capítulo 2 (Estudos relacionados) é apresentada uma revisão sucinta da literatura onde se buscou trabalhos que vão ao encontro do que é aqui apresentado. Muitos são os trabalhos em forma de vídeo, mas poucos são trabalhos destinados à utilização pelos professores em sala de aula. A pesquisa bibliográfica foi feita concentrando-se em trabalhos em que professores utilizaram ou possam utilizar vídeos com seus estudantes, mais especificamente vídeos que apresentam demonstrações de experimentos de Física.

No Capítulo 3 (Fundamentação teórica) são apresentados os referenciais teóricos utilizados para nortear o desenvolvimento do trabalho.

O Capítulo 4 (Aplicação da proposta didática) é dividido em 3 partes e se refere à descrição do contexto de aplicação da proposta, aos conteúdos de Física térmica que foram abordados e a uma

²Disponível em: <http://www.ienh.com.br/ead>. Acesso em: 22 jan. 2014.

descrição do material instrucional desenvolvido e aplicado em sala de aula. São apresentadas também algumas considerações sobre a edição dos vídeos e sugestões para seu uso.

No Capítulo 5 (Implementação da proposta) descreve-se as atividades em que foram utilizados vídeos e a sequência de implementação da proposta em sala de aula. Apresenta-se também uma tabela contendo *links* onde foram disponibilizados os vídeos na *web*.

O Capítulo 6 (Avaliação dos estudantes e da proposta didática) apresenta as considerações do autor sobre o trabalho desenvolvido, um relato sobre a avaliação dos estudantes e também uma descrição sucinta das respostas dos alunos apresentadas no questionário de avaliação da proposta no final do trimestre letivo. Também são mostrados alguns vídeos produzidos pelos estudantes como parte de sua avaliação do trimestre.

O Capítulo 7 (Considerações finais) faz referência às opiniões dos alunos que participaram das atividades e às considerações finais acerca da proposta didática.

No Apêndice A é apresentado o material instrucional desenvolvido ao longo do trabalho: os vídeos, os roteiros de atividades e os guias pedagógicos. O Questionário de avaliação da proposta é disponibilizado no Apêndice B. Nos Anexos A e B são apresentadas tabelas de dados, respectivamente, “Tabela de valores do calor específico de algumas substâncias” e a “Tabela de condutividade térmica de diversos materiais”.

Todo o material instrucional desenvolvido e discutido nesta dissertação será disponibilizado na forma de um DVD da série “Hiperfídmias de apoio ao Professor de Física”³, juntamente com o texto desta dissertação, para os professores que tenham interesse em utilizá-lo em suas aulas.

³Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/index.php>. Acesso em: 17 de mai. 2014.

CAPÍTULO 2 - ESTUDOS RELACIONADOS

Neste capítulo são apresentados alguns dos trabalhos relacionados que se assemelham com a proposta didática desenvolvida e aqui relatada. Há diversos vídeos, em *sites* de compartilhamento de vídeos, de alunos que filmam experimentos por eles produzidos, sob a orientação de professores, como forma de aprendizagem ou de sua avaliação. A proposta de produção de vídeos por estudantes parece ser uma febre entre educadores de diversas áreas, mas a confecção de vídeos, com boa qualidade e produzidos especificamente para serem usados em sala de aula pelo docente é mais rara.

Apresentam-se, a seguir, alguns trabalhos encontrados na literatura que se relacionam com a metodologia e os temas propostos neste trabalho de dissertação.

UNEB (2007), em seu portal “A Física e o cotidiano”, concebido a partir do projeto⁴ do MEC *Recursos multimídia para os professores*, disponibilizam um material audiovisual destinado principalmente a professores do Ensino Médio, buscando uma atualização e melhoria da qualidade de ensino na área de Física. Dentre os vários materiais concebidos neste projeto destacam-se vídeos narrados sobre Astronomia, termodinâmica e outros assuntos relacionados.

Outro projeto (THE EDUCATION GROUP, 1986) apresenta vídeos educativos produzidos a partir de demonstrações sobre os mais variados temas na área de Física. Produzidos pela National Science Foundation, estes vídeos podem ser adquiridos na forma de DVD's e também estão disponíveis para *download*, porém o seu conteúdo é pago. Este trabalho contém um material que se assemelha com o produto educacional produzido neste projeto. Os DVD's contêm filmes de curta duração com demonstrações pontuais, destinadas a ilustrar o conteúdo apresentado pelo professor.

Pereira e colaboradores (2011) apresentam um relato de experiência sobre a produção de vídeos por alunos do Ensino Básico como forma de aprendizagem de conceitos físicos. Alguns exemplos de vídeos produzidos pelos estudantes são apresentados pelos autores. O foco principal consiste na escolha de um tema de interesse de um grupo de alunos e a produção de vídeos demonstrando um experimento com a respectiva explicação dos conceitos físicos envolvidos.

Vicentini e Domingues (2008), em seu trabalho apresentado durante o Encontro Nacional dos Cursos de Graduação em Administração, analisaram a utilização do vídeo como instrumento de mediação pedagógica no processo de ensino aprendizagem do curso de graduação em Administração da FURB. Os autores entrevistaram 35 professores, 23 deles afirmaram que utilizavam vídeos em suas aulas sendo que 18 faziam uso desta ferramenta mais de uma vez por semestre. Dos 23 professores que utilizaram o recurso de uso de vídeos em sala de aula, 82% afirmou que o vídeo é importante apenas em algumas atividades. Com relação à percepção de melhora nos resultados de ensino aprendizagem devido ao uso de vídeos, 86% afirmou que obteve uma melhora nos resultados, enquanto que 14% mostraram-se indiferente. Os autores também investigaram a qualificação dos professores para uso de vídeos e apenas 17% dos professores afirmou já ter participado de algum

⁴Projeto desenvolvido pela Secretaria da Educação do Estado da Bahia e pela UNEB, financiado pelo FNDE, Ministério da Educação e Ministério da Ciência e Tecnologia.

tipo de programa de treinamento para melhor aproveitamento do potencial do vídeo, os demais, nunca participaram de qualquer tipo de treinamento.

Existe outro acervo de filmes curtos, sem áudio e sem legenda, produzidos por “The Ohio State University”, na década de 60 do século passado, na forma de *loops*. A série conta com uma grande variedade de títulos, contemplando desde a Mecânica Newtoniana até a Física Moderna, e foram distribuídos pela empresa The Ealing Corp, mas que não são mais comercializados. Tais vídeos ainda são utilizados em aulas, inclusive nesta universidade, em parte pela falta de opção que existe na área de produção de vídeos de experimentos demonstrativos para serem utilizados pelo professor como atividade didática.

Leandro (2001) discute que as imagens não devem ser utilizadas como forma de ilustrar sem levar ao pensar, a imagem deve levar o espectador a refletir acerca daquele conteúdo através da forma e do estilo, o estudante não deve ser simplesmente um sujeito passivo que recebe a informação sem refletir sobre o conteúdo. A produção de filmes educativos, pelos estudantes, por si só já pode ser um ambiente de aprendizagem.

Calloni (2010) relata a filmagem, edição e análise de vídeos do cotidiano relacionados ao conteúdo de mecânica. Os vídeos foram produzidos com alunos da oitava série e analisados com o *software Tracker*, que permite a construção de gráficos do movimento dentre outras possibilidades. O autor descreve o interesse e a participação dos estudantes na produção e na análise dos vídeos, destaca ainda que os temas para as filmagens partiram de sugestões dos próprios alunos e relacionados com atividades esportivas.

Gonçalves (2005) apresenta os resultados de um grupo de estudantes que tiveram uma experiência didática com atividades complementares às aulas expositivas e demonstrativas. O material utilizado para as atividades completares foram vídeos, simulações e animações interativas de eventos físicos relacionados à Física Térmica. Este grupo de estudantes apresentou uma melhora no desempenho em comparação com outro grupo de estudantes que tiveram contato apenas com o método tradicional de Ensino.

UFMG apresenta o portal “ponto ciência” onde professores e alunos apresentam experimentos de Física e outras disciplinas, acompanhada de uma explicação simples dos fenômenos envolvidos no experimento.

Wake Forest University disponibiliza um acervo de vídeos Demo Physics Vídeo⁵, da, disponibiliza alguns vídeos de Física térmica e outros conteúdos gratuitamente. Estes vídeos não são legendados ou narrados. Produzidos pelo Departamento de Física da Wake Forest University. Não há informação de quando os vídeos foram produzidos.

Ojeda disponibiliza no canal institucional no *Youtube* da “Unidad Educativa Bilingüe Torremar” do Equador⁶, vídeos de diversas áreas de Física. Os vídeos são narrados e gratuitos, entretanto o idioma em que eles são apresentados é o Espanhol não disponibilizando legendas.

Clemes, Filho e Costa (2012) apresenta uma pesquisa que pretendia avaliar a importância da utilização de vídeo-aulas no ensino de Física em um curso técnico. Em seu trabalho as autoras

⁵ Disponível em: http://physics.wfu.edu/demolabs/demos/avimov/bychptr/chptr5_heat.htm#Temp

⁶ Disponível em: <https://www.youtube.com/user/UEBTorremar>

exibiram, em sala de aula, vídeos de cinemática com uma turma de 35 alunos de 1º ano do Ensino Médio técnico integrado em eletromecânica. A seguir foi aplicado um questionário para verificar a importância e o impacto desse recurso didático para o ensino de Física.

Xavier *et al* (2010) apresenta um trabalho de investigação sobre o uso do cinema como incentivador e facilitador da aprendizagem do conteúdo de Mecânica. O estudo foi realizado com um grupo de estudantes do Ensino Médio. Dois filmes foram exibidos e através de uma abordagem qualitativa, informações acerca das grandezas Físicas utilizadas pelos personagens foram coletadas e debatidas posteriormente com o grupo. Os autores relatam que puderam observar um maior envolvimento dos estudantes com o conteúdo em comparação com o método tradicional de Ensino.

Muitos são os argumentos e trabalhos em favor da utilização de vídeos como ferramenta no Ensino de Física. As atividades em vídeo têm se mostrado uma boa estratégia didática no Ensino de Física, sobretudo se esta atividade for aliada com outros recursos didáticos, tais como, simulações, demonstrações, sons, imagens. Espera-se que a aprendizagem venha a ser mais significativa na mente de quem interage com o experimento ou vídeo se os filmes possuírem relação com o assunto da aula, cabendo, ao professor promover a discussão e comentários entre os alunos.

Há muitas possibilidades de uso de vídeos em aulas de Física, desde a exibição de uma vídeo-aula, com comentários posteriores sobre o assunto, até uma aula interativa em que o estudante decide o tema de interesse e o nível de abrangência.

Neste trabalho, se propõe a disponibilizar um material composto de um conjunto de vídeos, acompanhados de roteiros de atividades, a serem utilizados pelos alunos juntamente com as atividades em vídeo, e de guias pedagógicos que orientem o trabalho do docente com os vídeos. Os vídeos relacionados à Física térmica têm duração, em média, de 3 minutos, o que permite uma exibição rápida, facilitando o enfoque no assunto de interesse e diminuindo a dispersão, que ocorre com frequência na apresentação de filmes muito longos.

No Capítulo 3 são apresentadas a teoria da aprendizagem significativa de D. Ausubel e a abordagem de J. Ferrés para introduzir vídeos na prática pedagógica, estas fundamentaram tanto a elaboração do material quanto a sua aplicação em sala de aula.

CAPÍTULO 3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A proposta didática aqui descrita teve como embasamento a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e a abordagem proposta por Joan Ferrés para a introdução de vídeos na Educação.

3.1 Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel

A teoria de David Ausubel (Moreira, 2011, p. 161) é centrada na aprendizagem significativa, que consiste em um processo no qual uma nova informação interage com algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, denominado por ele de *subsunçor*. Na prática em sala de aula isto significa determinar o que o aluno já sabe e ensiná-lo a partir deste conhecimento, associando os novos conhecimentos aqueles já adquiridos, o que pode produzir um conhecimento muito mais duradouro.

O método para a realização deste processo seria pela diferenciação progressiva e reconciliação integradora, que consiste basicamente em mostrar o todo, retirar uma parte específica, explicar esta parte específica e inseri-la novamente no todo.

Mas e quando o aluno não tem um conhecimento prévio? Neste caso pode-se lançar mão do que Ausubel chama de organizadores prévios, que servirão de ponte entre a estrutura cognitiva do indivíduo e o conhecimento a ser aprendido por ele.

Nesta ótica, os vídeos produzidos e aqui descritos podem ser utilizados como organizadores prévios, chamando a atenção dos alunos para aspectos relevantes do conteúdo.

Outro ponto fundamental para a ocorrência de aprendizagem significativa é uma predisposição do indivíduo para aprender. Ressalta-se, novamente, a importância de se visualizar o todo para aprender o específico, tendo um objetivo claro de onde se quer chegar. Os vídeos podem servir como motivadores dos alunos, propiciando um ambiente mais favorável para compreender os conceitos físicos envolvidos em determinado conteúdo. Por exemplo, apresenta-se um vídeo em que diversos metais, revestidos com parafina, são aquecidos igualmente. Após algum tempo, observa-se que o derretimento da parafina dos diferentes metais não ocorre simultaneamente. A partir desta observação, o professor pode iniciar uma discussão sobre a condutividade térmica de materiais.

Ausubel destaca ainda as condições para que ocorra aprendizagem significativa, uma destas é que o material a ser aprendido seja significativo, ou seja, que o aluno tenha condições de relacionar o conteúdo com algo pré-existente em sua estrutura cognitiva. Acredita-se que os vídeos e as atividades a eles associadas possam servir para que o estudante relacione o conteúdo de Física neles discutido com aspectos do seu cotidiano.

O processo instrucional também é de fundamental importância para que haja aprendizagem significativa. Uma das estratégias propostas para que o indivíduo consiga melhor relacionar o conteúdo com a sua estrutura cognitiva é a de apresentar o conteúdo de maneira mais explanatória possível e com propriedades integradoras, de modo a influenciar *substantivamente* a estrutura cognitiva do aprendiz.

Outra estratégia é influenciar *programaticamente*, ou seja, pelo emprego adequado de métodos de Ensino.

A proposta aqui apresentada vai ao encontro destes dois “modos” de administrar a estrutura cognitiva do estudante, ou seja, o professor pode expor o conteúdo de forma mais lúdica e diversificada, tornando sua explicação mais explanatória, esta prática irá facilitar a aprendizagem significativa dos estudantes.

3.2 Proposta de Joan Ferrés para a introdução de vídeos na Educação

Joan Ferrés em seu livro “Vídeo e Educação” (Ferrés, 1996, p. 5-6) busca contribuir para a inserção do vídeo na Educação a partir da resposta de 3 questões: *O porquê do vídeo na educação; Qual a concepção do vídeo; Como incorporar o vídeo.*

Segundo Ferrés (Ferrés, 1996, p. 17), a resposta à primeira questão é que se devem buscar novas formas de tecnologia, novas formas de expressão, o uso combinado do vídeo, do texto escrito e da exposição oral proporciona uma educação em estéreo, ou seja, uma informação, que chega por diferentes canais, pode ser mais relevante do que uma informação que chega por apenas um canal. O uso do vídeo e de outras tecnologias proporciona um enriquecimento de experiências, sensações, emoções e atitudes do estudante, que não podem ser alcançadas em uma aula puramente expositiva.

De acordo com o autor, a porcentagem de retenção mnemônica em uma exposição é de apenas 10% se for somente oral, chega a 20% se for somente visual, no entanto, uma exposição oral e visual, se combinada adequadamente pode atingir 65% de retenção (Ferrés, 1996, p. 25). Estes dados levam a se pensar na importância da introdução do uso de linguagens audiovisuais no ambiente escolar. Mas como ressalta Ferrés, o uso de linguagens audiovisuais não pode ocorrer de maneira casual, desordenada e sem planejamento, que poderia causar prejuízos à educação ao invés de benefícios.

A proposta didática aqui descrita busca produzir vídeos, que possam ser introduzidos na prática pedagógica do professor de forma a complementar a sua prática de ensino e servir como um meio a mais de discussão dos conteúdos. Pretende-se aproximar os estudantes dos conhecimentos cientificamente aceitos e procura-se propiciar, principalmente, uma internalização dos conteúdos a serem aprendidos.

Para Ferrés, com relação à segunda questão: *Qual é a concepção de vídeo que deve ser utilizada?* O que importa não é a tecnologia e sim a forma de expressão. O vídeo deve ser introduzido através do uso de critérios coerentes, de forma a aproveitar ao máximo seu potencial educativo. A maioria dos professores concorda que as informações transmitidas através da televisão e de outros meios de comunicação em massa são de grande eficácia, devido não só a credibilidade da maioria destes meios, mas também pelo uso combinado de imagens, sons, etc.

Segundo ele, a seleção dos vídeos que serão exibidos deve ser criteriosa, levando-se em conta o tema de interesse, o nível de abrangência, o grau de profundidade com que determinado assunto é abordado e a linguagem usada no vídeo. É desejável que o vídeo tenha uma apresentação agradável; vídeos com defeitos técnicos, uma imagem que balanceia muito, por exemplo, podem dificultar a exibição e não serem tão atrativos quando seria desejável. Um programa de vídeo que seja deficiente pode levar a um prejuízo no ensino, principalmente se estas deficiências forem de conteúdo.

Um programa audiovisual, quando colocado a serviço da expressão oral, é capaz de gerar em um indivíduo emoções mais concretas e cheias de significado. É parte integrante do trabalho do professor, selecionar um programa que seja adequado ao nível de desenvolvimento de seus estudantes. Uma exibição em vídeo exige uma preparação prévia, pois a simples exibição do vídeo não garante que seu conteúdo seja abstraído pelos estudantes, fazendo-se necessário um acompanhamento antes, durante e depois da exibição. O tema abordado no vídeo deve estar no contexto daquilo que se deseja transmitir, ou seja, o vídeo deve servir mais como um meio de comunicação do que um simples instrumento de transmissão de conteúdo. O vídeo deve complementar o trabalho do professor, promovendo um debate, uma confrontação de ideias, formular questões e propor soluções. (Ferrés, 1996, p. 72)

Os vídeos desenvolvidos neste trabalho de dissertação buscam melhorar a discussão e a troca de significados acerca de um determinado conteúdo entre professor e aluno. Os vídeos foram concebidos com equipamentos profissionais de iluminação, gravação e edição, mas a maior preocupação sempre foi com o conteúdo, buscando, especialmente, promover uma discussão acerca dos conceitos cientificamente aceitos. Uma breve descrição das técnicas e equipamentos utilizados na produção dos vídeos é apresentada na seção 4.3 desta dissertação.

Todos os vídeos têm como pré-requisito a preparação, o acompanhamento e a discussão dos conteúdos mediada pelo professor. Nenhum vídeo foi concebido para ser por si só um instrumento de transmissão de conteúdo. Em cada vídeo, o conteúdo abordado refere-se a uma parte específica de determinado tema de física térmica, e a exibição de um dos vídeos não requer a exibição prévia de qualquer outro.

Para Ferrés, a mais relevante das 3 questões é: *Como incorporar o vídeo*. Ele divide a incorporação do vídeo em sala de aula em diferentes modalidades. Utilizando a sua denominação, os vídeos podem ser utilizados como: *Videoapoio*; *Videoprocesso*; *Programa motivador* e *Programa monoconceitual*. Abaixo são descritas sucintamente cada uma das modalidades de incorporação do uso do vídeo na prática pedagógica:

Videoapoio: Utilização do vídeo como recurso de apoio ao professor, com imagens que ilustram o seu discurso. Nesta modalidade, o vídeo deve ser usado acompanhado de uma exposição verbal, estabelecendo-se um discurso que faz relação com o conteúdo apresentado no vídeo, de forma a tornar a aula mais dinâmica e ilustrativa.

A proposta descrita nesta dissertação busca disponibilizar ao professor um material de boa qualidade audiovisual e que seja específico ao conteúdo de Física, em particular, ao conteúdo de Física Térmica, onde se procurou realizar vídeos com demonstrações comumente encontradas na forma de figuras ou simplesmente descritas nos livros didáticos da escola de nível médio.

Videoprocesso: é a modalidade em que os estudantes participam como sujeitos ativos da construção do vídeo. Esta modalidade pode ser utilizada como forma de avaliação ou como forma de construção do conhecimento. Em ambos os casos, o mais importante é o processo de construção do que o produto final em si.

Programa motivador: destinado a despertar o interesse dos estudantes para um conteúdo a ser abordado posteriormente. O trabalho didático do professor realizar-se-á a partir da exibição do

vídeo. Nesta modalidade deve-se tomar especial cuidado quanto à qualidade audiovisual do produto, um vídeo de má qualidade, que não seja adequado ao público-alvo ou que seja, de um modo geral, desinteressante pode dificultar a aprendizagem.

Programa monoconceitual: filmes de curta duração, em torno de 5 minutos, que abordam apenas um aspecto de um determinado fenômeno, de construção simples que procuram ser um ponto de apoio ou para completar um discurso. Tem como objetivo que a informação específica sirva de estímulo a uma atividade, com a vantagem de que, por ser de curta duração, permite que seja reexibido sem ser fatigante.

Todos os vídeos produzidos e que compõem o material instrucional do presente trabalho são de curta duração, 3 minutos em média, e destinados a promover a discussão de um determinado aspecto de situações experimentais. Não se pretende, em nenhum vídeo, fazer uma discussão exaustiva acerca de todos os fatores a serem considerados em um experimento. Busca-se promover uma discussão sobre os conceitos físicos específicos e as idealizações a serem consideradas na realização do experimento.

O uso do vídeo em sala de aula não deve ser encarado como uma substituição total à prática de laboratório ou a todas as demonstrações e experimentos. Espera-se que os vídeos possam complementar o laboratório didático, de forma a tornar as aulas de laboratório mais eficientes, atrativas, instrutivas e motivadoras. Em alguns casos, pode-se substituir a aula de laboratório pelo vídeo do experimento. Como um exemplo, cita-se o vídeo “Fusão do gelo” (seção 4.3.22) que permite acompanhar o comportamento da temperatura durante o processo de fusão de uma porção de gelo. Tal experimento, embora simples, em laboratório poderia demandar um tempo muito longo que talvez o docente não tenha a disposição.

Para incorporação do vídeo em sala de aula há de se considerar alguns critérios. Exige-se uma adequação de postura e de atitude do docente, de forma a incorporar o vídeo em sua prática pedagógica, bem como a adequação do espaço físico da escola, com equipamentos que facilitem a exibição dos vídeos.

Em muitas situações pode-se substituir o experimento real pelo vídeo do experimento, principalmente quando há risco de acidentes ou o experimento demanda um tempo excessivamente longo que o docente não dispõe em suas aulas.

No capítulo a seguir será apresentado como se deu a aplicação da proposta didática em sala de aula.

CAPÍTULO 4 – APLICAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA

Neste capítulo é descrito o contexto de aplicação da proposta didática, o ambiente escolar, os recursos didáticos utilizados com os estudantes e a metodologia de trabalho do docente empregada no desenvolvimento do material instrucional, bem como os conteúdos abordados durante o trimestre de aplicação da proposta. Também é descrito brevemente o processo de produção dos vídeos e a sua implementação com três turmas do 2º ano do Ensino Médio. Inicia-se, na seção 4.1, pela apresentação do contexto escolar no qual esta proposta didática foi aplicada; a seguir, na seção 4.2, são apresentados e discutidos os conteúdos abordados durante o trimestre letivo. Informações acerca dos equipamentos utilizados na produção dos vídeos, o material desenvolvido e um breve relato acerca dos vídeos e dos conteúdos que podem ser trabalhados pelo professor com a sua utilização e dos roteiros de atividades são apresentados nas demais seções do capítulo.

4.1 Contexto da aplicação da proposta

A aplicação do material instrucional ocorreu na Escola Fundação Evangélica em Novo Hamburgo/RS, escola da rede privada de ensino. A primeira unidade da rede foi construída por imigrantes alemães em 1832 e o prédio (Figura 4.1), onde se localiza atualmente a Fundação Evangélica, foi inaugurado em 1895. (Conheça a IENH)⁷



Figura 4.1: Foto histórica da Fundação Evangélica.

Atualmente a Escola (Figura 4.2) atende desde a educação infantil (a partir de 2 anos) até o ensino superior. Possuem 5 laboratórios de informática, sala de música, laboratórios bem equipados de Química, Física, Biologia e Matemática, 4 salas multimídia, sala de reuniões e de atendimento aos pais, setor de tecnologia da informação, biblioteca, segurança, quadras poliesportivas, campos de futebol, pista de atletismo, auditório, estacionamento amplo, dentre outros benefícios. As salas de aula são amplas, com quadros brancos e ar condicionado, uma televisão com DVD montada sobre uma estrutura móvel e sistema multimídia instalado em algumas delas.

⁷Página da Escola. Disponível em: <http://www.ienh.com.br/>. Acesso em: 17 mai. 2014.



Figura 4.2: Fachada atual da Escola.

A aplicação da proposta didática se deu nas salas multimídia, nas salas de aula (Figura 4.3) e por intermédio de um ambiente de Ensino à distância (EAD) no período correspondente ao 3º trimestre letivo, nos meses de setembro a dezembro de 2012, tendo a participação dos alunos do 2º ano do Ensino Médio. Um total de 99 alunos, distribuídos nas turmas 2A, 2B, 2C no turno da manhã, participou das atividades. A escolha destas turmas se deu devido ao fato do autor ser o professor titular das mesmas. A escolha do tema desenvolvido (Física térmica) se deu em função de que o conteúdo programático da Escola prevê que ele seja ministrado para esta série no 3º trimestre.



Figura 4.3: Ambiente de sala de aula durante a aplicação da proposta.

O acesso às atividades de EAD é viabilizado por intermédio da página que se encontra no sítio da escola (Figura 4.4), através de um ícone no canto superior direito da tela, intitulado "EAD".



Figura 4.4: Sítio da Escola Instituição Evangélica de Novo Hamburgo (IENH).

O ambiente de ensino à distância (Figura 4.5) é utilizado por vários cursos da Instituição Evangélica de Novo Hamburgo (IENH), inclusive pelos professores do Ensino Médio da unidade da rede de ensino na qual esta proposta didática foi implementada. O fato dos alunos estarem habituados com tarefas lá postadas facilitou o trabalho do autor que, por vezes, propunha aos alunos a realização de uma atividade com os vídeos, antes que determinado assunto fosse abordado em sala de aula, ou seja, o vídeo servia como um organizador prévio ou como motivador de uma atividade.

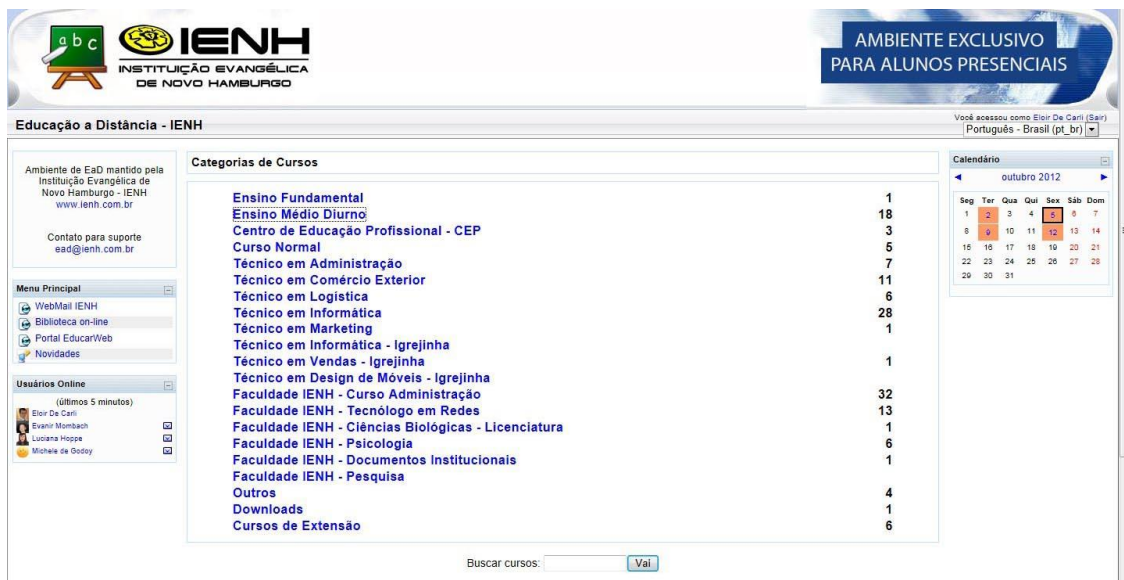


Figura 4.5: Ambiente de Educação à distância mantido pela IENH.

Dentro do curso intitulado “Ensino Médio”, encontram-se as disciplinas dos professores que utilizam o ambiente com os alunos do Ensino Médio (Figura 4.6). O autor da proposta era o professor responsável das turmas A, B e C do 2º ano do Ensino Médio.

The screenshot shows the Moodle interface for IENH. At the top left is the IENH logo (Instituição Evangélica de Novo Hamburgo). The breadcrumb trail reads 'EAD - IENH > Categorias de Cursos > Ensino Médio Diurno'. A search bar at the top right contains 'Você acessou como Eloiir De Carli (Sair)' and 'Buscar cursos:'. Below this, a dropdown menu shows 'Categorias de Cursos: Ensino Médio Diurno'. The main content area is titled 'Cursos' and lists the following items:

- 21DM - Redação
- Artes - Primeiros Anos
- 22C - Física - Prof. Eloir De Carli
- 22B - Física - Prof. Eloir De Carli
- 22A - Física - Prof. Eloir De Carli
- 1A - Física - Ens. Ronaldo Kebach Martins
- 1B - Física - Ens. Ronaldo Kebach Martins
- 1C - Física - Ens. Ronaldo Kebach Martins
- 1D - Física - Ens. Ronaldo Kebach Martins
- 22A - Matemática - Professora Marjúnia Klein
- 22B - Matemática - Professora Marjúnia Klein
- 22C - Matemática - Professora Marjúnia Klein
- 23A - Matemática - Professora Marjúnia Klein
- 23B - Matemática - Professora Marjúnia Klein
- 23C - Matemática - Professora Marjúnia Klein
- Biologia Primeiros Anos - Renzo
- Biologia Segundos Anos - Renzo
- Biologia Terceiros Anos - Renzo

At the bottom of the list is another search bar 'Buscar cursos:' with a 'Vai' button. The Moodle logo is centered at the bottom of the page.

Figura 4.6: Cursos dos professores que utilizam o ambiente EAD mantido pela IENH.

Durante todo o ano letivo, com uma periodicidade semanal, tarefas diversas (Figura 4.7) eram postadas no ambiente EAD do Moodle, com prazo de uma semana para que os alunos postassem as respostas para as atividades propostas. Este procedimento só não ocorria nos períodos de provas, férias ou outros nos quais se exigia uma maior dedicação ao estudo por parte dos estudantes, quando nenhuma atividade extraclasse era exigida. Este hábito (de postar tarefas semanalmente) facilitou o trabalho do docente quando da aplicação da proposta didática, visto que as tarefas a distância envolvendo atividades com os vídeos foram recebidas com naturalidade pelos estudantes.

The screenshot displays a list of tasks in a Moodle environment. Each task entry includes a date range, a title, a description, and several links:

- 22 junho - 28 junho:** 'Caros alunos, com esta atividade iniciamos as tarefas referentes ao 3 trimestre. A partir desta atividade seus trabalhos, além de conter um cabeçalho de citar referencias, devem ser escritas com fonte Arial 10 ou Times New roman 12. A tarefa encontra-se no link abaixo'. Links: Tarefa 1 Termodinâmica, Entrega da tarefa, Modelo de trabalho.
- 29 junho - 5 julho:** 'A tarefa desta semana encontra-se no link abaixo, não esqueça de colocar cabeçalho e referências, além disto, ela deve ser entregue com fonte Arial 10 ou Times New Roman 12 e em formato pdf.'. Links: Tarefa 2 - Termologia, Entrega da tarefa.
- 6 julho - 12 julho:** 'A tarefa desta semana encontra-se no link abaixo.'. Links: Tarefa 3 Termodinâmica, Entrega da tarefa.
- 13 julho - 19 julho:** 'A tarefa 4 encontra-se no link abaixo.'. Links: Tarefa 4 Termodinâmica, Entrega da tarefa.
- 20 julho - 26 julho:** 'A tarefa 5 encontra-se no link abaixo. A partir desta tarefa erros de português ou de digitação serão descontados, bem como erros em referências. Referências de livros devem conter o autor, nome do livro, edição, editora, ano de publicação, página. Sites de internet devem ter o endereço completo e a data do acesso. coloquei um modelo no link abaixo.'. Links: Tarefa 5 termodinamica, Entrega da tarefa, Modelo de referências.

Figura 4.7: Lista de tarefas postadas no ambiente EAD da Escola.

4.2 Conteúdos abordados

O conteúdo programático da disciplina de Física para o 2º ano do ensino médio previsto para o 3º trimestre nesta escola está listado a seguir:

4.2.1 Termometria

- ✓ Temperatura;
- ✓ Equilíbrio térmico;
- ✓ Escalas de temperatura;
- ✓ Instrumentos de medida de temperatura;
- ✓ Relação entre as escalas.

4.2.2 Calorimetria

- ✓ Calor;
- ✓ Calor sensível e calor latente;
- ✓ Calor específico;
- ✓ Capacidade térmica;
- ✓ Calorímetro.

4.2.3 Mudança de fase

- ✓ Estados físicos da matéria;
- ✓ Mudanças de estado;
- ✓ Influência da pressão;
- ✓ Formas de vaporização.

4.2.4 Transmissão de calor

- ✓ Condução;
- ✓ Convecção;
- ✓ Radiação.

4.2.5 Dilatação térmica

- ✓ Dilatação dos sólidos;
- ✓ Dilatação linear;
- ✓ Dilatação superficial;
- ✓ Dilatação volumétrica;
- ✓ Dilatação dos fluidos;
- ✓ Dilatação anômala da água.

4.2.6 Estudo dos gases

- ✓ Gás ideal;
- ✓ Modelo atômico molecular;
- ✓ Transformações isotérmicas, isobáricas e isovolumétricas;
- ✓ Equação geral dos gases;
- ✓ Transformações adiabáticas.

4.2.7 Termodinâmica

- ✓ Transformações reversíveis e irreversíveis;
- ✓ Trabalho nas transformações gasosas;
- ✓ Primeira Lei da Termodinâmica;
- ✓ Segunda Lei da Termodinâmica;
- ✓ Máquinas térmicas;
- ✓ Rendimento;
- ✓ Ciclo de Carnot;
- ✓ Entropia.

A produção dos vídeos se deu de modo a contemplar a maior parte dos conteúdos previstos para o trimestre, de modo que o professor pudesse utilizá-los em quase todos os conteúdos abordados, ou como uma atividade prévia motivadora para o assunto a ser tratado a seguir, ou como atividade avaliativa do conteúdo trabalhado, ou como forma de ilustrar o conteúdo ou ainda, para propor a resolução de um problema numérico de forma mais contextualizada, em acordo com a proposta de Joan Ferrés para o uso de vídeos em sala de aula. Deixa-se sempre a critério do professor, que venha a usar este material instrucional, a escolha da sequência de vídeos a ser utilizada, ou seja, não há a necessidade da exibição de um determinado vídeo antes de outro. Não se faz necessária, também, a utilização de todos os vídeos. O professor pode optar pelos vídeos que mais se adéquam aos conteúdos que pretende ministrar.

A seguir, são apresentados alguns aspectos do equipamento usado na produção dos vídeos e o modo como foram produzidos.

4.3 **Equipamentos utilizados e o modo de produção dos vídeos**

O equipamento utilizado para a captura dos vídeos foi uma câmera Nikon D7000⁸ equipada com uma lente Nikkor AFS 18-105 mm ED VR. Nos vídeos “Gelo derretendo”, “Experimento de Tyndall” e “Fusão do gelo” foi utilizado uma filmadora JVC HD Everio GZ-HM320⁹ que permite o controle do número de quadros por segundo em que o vídeo será gravado.

Com o objetivo de aumentar a estabilidade das imagens, um tripé foi utilizado servindo de suporte para as câmeras e auxiliando nas gravações.

Não foram utilizados equipamentos especiais de iluminação, apenas a iluminação das salas onde foram gravados os vídeos, com lâmpadas fluorescentes usuais.

Em todos os vídeos, a câmera era colocada no tripé. Depois disto, um enquadramento prévio era feito e, a seguir, o botão de gravação era acionado pela mesma pessoa que realizava o experimento.

Os vídeos foram gravados no laboratório de Química da Escola Fundação Evangélica de Novo Hamburgo e nas salas de aula dos Laboratórios de Ensino do Instituto de Física da UFRGS.

A edição dos vídeos foi realizada utilizando-se o programa Pinnacle¹⁰ Studio 15. A experiência anterior do autor, de muitos anos com edição de vídeos foi importante, mas é

⁸ <http://www.nikon.com.br/Nikon-Products/Product/Digital-SLR-Cameras/D7000.html>

⁹ <http://www.jvc.net/br/filmadora/gz-hm320/index.html>

¹⁰ <http://www.pinnaclesys.com/publicsite/us/home/>

perfeitamente possível que outra pessoa que deseje editar seus vídeos possa fazê-lo utilizando esse ou outro programa de edição. Após a edição, os vídeos foram exportados para o formato .avi com 1280 x 720 linhas a uma taxa de 25 quadros/s.

O vídeo de abertura de todos os vídeos desta série, a imagem de um chama de vela, foi gravada utilizando-se a câmera Nikon D7000 e o tripé.

Na seção, a seguir, é apresentado o material instrucional quando é detalhado o conteúdo de cada um dos vídeos produzidos.

4.4 Material instrucional

O conjunto de vídeos produzidos¹¹ juntamente com os roteiros de atividades e os guias pedagógicos compõem o produto educacional desenvolvido durante a realização deste trabalho de dissertação do Mestrado Profissional em Ensino de Física. Este material instrucional foi aplicado em sala de aula às turmas do 2º ano do Ensino Médio da Escola Fundação Evangélica de Novo Hamburgo/RS entre setembro e dezembro de 2012.

Todo o material desenvolvido, os vídeos, os guias pedagógicos e os roteiros de atividades produzidos, bem como o texto desta dissertação, serão disponibilizados na série “Hiperfídias de Apoio ao Professor de Física”¹², para que outros professores possam acessá-lo e, se assim o desejarem, utilizá-lo em sua prática docente.

Os vídeos produzidos foram distribuídos em oito grandes grupos (Tabela 4.1) de modo a facilitar a busca pelo tema de interesse pelo professor-usuário. Eles estão distribuídos de modo a permitir a inserção de novas produções por parte do autor ou outros interessados que queiram colaborar com a expansão do projeto no futuro.

Tabela 4.1: Grupos de conteúdos em que os vídeos produzidos estão organizados.

GRUPO	NOME DO GRUPO
I	Calor e temperatura
II	Calor específico
III	Capacidade térmica
IV	Comportamento dos gases
V	Propagação de calor
VI	Dilatação térmica
VII	Leis da termodinâmica
VIII	Mudança de estado físico

A sequência de organização dos grupos não é obrigatoriamente a sequência que deva ser utilizada pelo docente. O professor pode optar pela sequência de utilização que melhor se adapte ao conteúdo programático de suas aulas, pois os vídeos foram concebidos para serem independentes uns dos outros.

¹¹Grande parte dos materiais e equipamentos utilizados nos experimentos foi cedida pelos Laboratórios de Ensino do Instituto de Física, UFRGS.

¹²Hiperfídias de apoio ao professor de Física. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ppgenfis/index.php>. Acesso em: 17 mai. 2014.

A organização dos vídeos dentro dos grupos é apresentada na Tabela 4.2. Alguns dos grupos contêm mais de um vídeo, outros somente um vídeo. Ao ser abordado um determinado conteúdo, não necessariamente deve-se usar todos os vídeos de um grupo, o professor pode optar pela estratégia de uso dos vídeos que julgar adequada aos seus alunos. Esta lista deve ser vista como uma sugestão de atividade e não como um rígido cronograma, ficando sempre a critério do professor a utilização de determinado vídeo no momento que julgar mais conveniente.

Tabela 4.2: Organização dos vídeos dentro dos grupos de conteúdos.

GRUPO	NOME DO GRUPO	NOME DO VÍDEO
I	Calor e temperatura	Centelha de palha de aço
II	Calor específico	Calor específico do óleo
III	Capacidade térmica	Balão na chama da vela
		Capacidade térmica da água
IV	Comportamento dos gases	Transformações adiabáticas
V	Propagação de calor	Água como transmissora de calor
		Bons e maus condutores de calor
		Condução térmica em metais
		Correntes de convecção no ar
		Correntes de convecção na água
		Temperatura em diferentes partes do martelo
VI	Dilatação térmica	Anel de Gravesande
		Difusão molecular
		Dilatação dos gases
		Dilatação linear
		Dilatação volumétrica
		Lâmina “bimetálica”
VII	Leis da termodinâmica	Fenômenos reversíveis e irreversíveis
		Gelo derretendo
		Máquina térmica
VIII	Mudança de estado físico	Água fervendo
		Água fervendo em baixa pressão
		Experimento de Tyndall
		Fusão do gelo

Conforme pode ser visualizado na Tabela 4.2, alguns grupos possuem apenas um vídeo, outros, mais de um. Como já mencionado, esta distribuição é apenas uma sugestão ao professor. A utilização de um determinado vídeo é possível em outro contexto além do especificado na tabela. Por exemplo, o vídeo localizado no grupo V, intitulado “Temperatura em diferentes partes do martelo”, pode ser utilizado como uma atividade inicial do conteúdo de Física térmica, chamando a atenção dos estudantes sobre a necessidade de se estabelecer uma diferença entre os conceitos de temperatura e calor ou usado quando da abordagem do conteúdo de condução térmica em materiais.

Cabe esclarecer também que os vídeos não estão organizados em uma sequência didática e sim em uma sequência alfabética dentro dos grupos. Por exemplo, os vídeos que estão dentro do grupo VIII (Mudança de estado físico) não necessariamente devem ser utilizados após o grupo VII (Leis da termodinâmica).

O termo “calor” se refere à transferência de energia de um sistema para outro, ou entre partes de um sistema, unicamente em razão da diferença de temperatura entre eles.

A seguir, será feita uma apresentação dos vídeos, quando será detalhado o conteúdo de cada um deles na sequência em que são apresentados na Tabela 4.2.

4.5 Apresentação dos vídeos

4.5.1 Centelha de palha de aço

O vídeo intitulado “Centelha de palha de aço (Vídeo 1)” (Figura 4.8) é acompanhado pelo Roteiro de atividades “Centelha de palha de aço” (Seção A.1.2 do Apêndice A). Este vídeo é destinado, principalmente, a uma discussão inicial sobre a necessidade de se estabelecer a diferença entre os conceitos de calor e de temperatura. Ao longo do Vídeo 1 são apresentadas algumas questões, podendo o professor fazer pausas e discutir com os estudantes tentativas de respostas às questões. Este vídeo pode servir como motivador prévio para introduzir o conteúdo. A sua realização se deu através da queima de um pedaço de palha de aço, com intensa produção de faíscas, mas que não oferecem risco quando em contato com a pele.



Figura 4.8: Capturas de tela do vídeo “Centelhas de palha de aço (Vídeo 1)”.

O vídeo intitulado “Centelha de palha de aço (Vídeo 2)” (Figura 4.9) apresenta respostas às questões propostas no Vídeo 1 e algumas explicações. Também é apresentada uma primeira definição para os conceitos de calor e de temperatura.

Podem-se utilizar ambos os vídeos ou apenas um, ficando sempre a critério do professor a escolha pela melhor estratégia didática a ser adotada com seus estudantes. Este experimento por ser simples e de baixo risco também pode ser reproduzido na sala de aula. Neste caso, o vídeo serve como uma sugestão de atividade. Acompanha estes vídeos o Guia pedagógico “Centelha de palha de aço” (Seção A.1.3 do Apêndice A) contendo uma sugestão de atividades para o professor planejar e enriquecer as suas aulas, bem como referências sobre as definições de calor e temperatura apresentados ao longo do Vídeo 2.



Figura 4.9: Capturas de tela do vídeo “Centelhas de palha de aço (Vídeo 2)”.

4.5.2 Calor específico do óleo

O vídeo “Calor específico do óleo (Vídeo 1)” (Figura 4.10) apresenta, de um modo mais contextualizado e ilustrativo, a tarefa de calcular o calor específico do óleo de cozinha. O experimento apresentado no vídeo foi realizado com massas iguais de água e de óleo. Supõe-se que as duas porções recebam a mesma quantidade de calor. O objetivo principal do vídeo é propiciar, ao estudante, um melhor entendimento do conceito de calor específico.

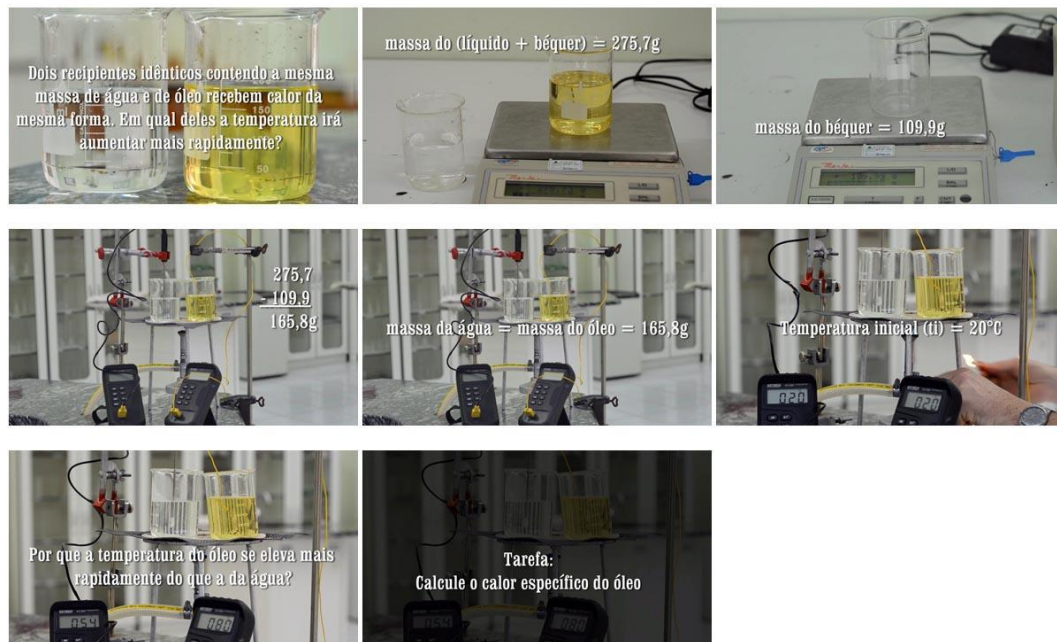


Figura 4.10: Capturas de tela do vídeo “Calor específico do óleo (Vídeo 1)”.

Este vídeo pode ser utilizado, por exemplo, como uma tarefa extraclasse, após a discussão do conceito de calor específico em sala de aula, ou ainda, como uma forma de introduzir este conceito, através da observação de que massas iguais de óleo e de água sofrem diferentes variações

de temperaturas, quando recebem a mesma quantidade de calor. Para utilizar este vídeo como tarefa extraclasse, sugere-se utilizar o Roteiro de atividades “Calor específico do óleo” (Seção A.2.2 do Apêndice A), sendo destinado, principalmente, a uma atividade em que o estudante determine o calor específico do óleo, utilizando os dados tomados do experimento apresentado no vídeo. O valor do calor específico do óleo, apresentado no vídeo, aproxima-se do valor encontrado na literatura (cerca de 0,6 cal/g°C).

No vídeo “Calor específico do óleo (Vídeo 2)” (Figura 4.11) é apresentado o cálculo do calor específico do óleo, proposto no Vídeo 1. Este vídeo pode ser utilizado como correção de tarefa extraclasse ou como forma de atividade presencial, na qual os estudantes assistem ao vídeo, respondendo o roteiro de atividades. Depois pode-se iniciar o período de correção e discussão das atividades. Junto com estes vídeos está disponível o Guia pedagógico “Calor específico do óleo” (Seção A.2.3 do Apêndice A) destinado ao professor, com sugestões de atividades a serem trabalhadas com os vídeos, para a discussão do conceito de calor específico.

Estes vídeos podem também ser utilizados para a discussão de erros experimentais, de idealizações acerca do experimento, para a construção de tabelas, como, por exemplo, temperatura *versus* tempo sobre algarismos significativos, sobre unidades de medida.

No Anexo A é apresentada uma tabela de valores do calor específico de diversas substâncias. O professor pode exibir esta tabela para discutir com os estudantes.

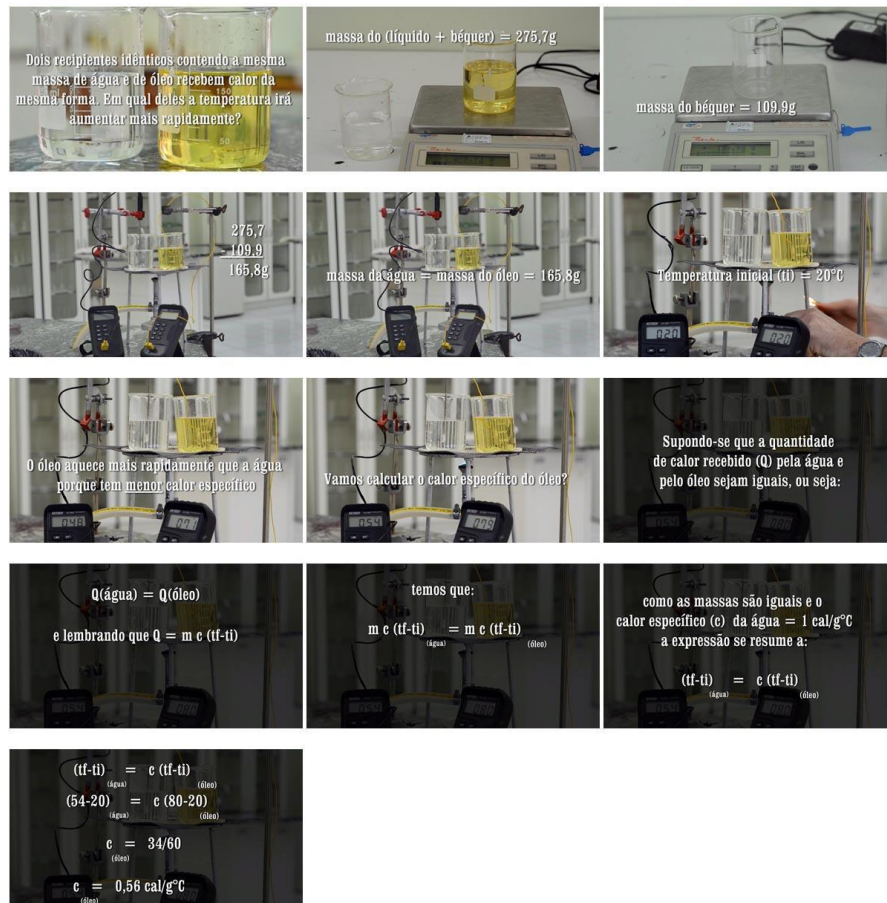


Figura 4.11: Capturas de tela do vídeo “Calor específico do óleo (Vídeo 2)”.

4.5.3 Balão na chama da vela

No vídeo “Balão na chama da vela (Vídeo 1)” (Figura 4.12) apresenta-se um experimento realizado com um balão cheio de ar que é aproximado à chama de uma vela e explode. A seguir, um balão com água é aproximado da chama da vela e ele não explode.

Este vídeo se destina principalmente à discussão sobre os conceitos de capacidade térmica e de calor específico de diferentes substâncias. O vídeo pode servir como motivador no estudo destes temas ou pode ser utilizado junto com o Roteiro de atividades “Balão na chama da vela” (Seção A.3.2 do Apêndice A), como forma de um trabalho extraclasse no qual o estudante deve explicar o fenômeno com base nos seus conhecimentos sobre transmissão de calor, capacidade térmica e calor específico. Pode ainda, ser utilizado no laboratório de informática da escola, ou até mesmo na própria sala de aula, desde que o estudante tenha recursos para pesquisar os dados solicitados no roteiro.



Figura 4.12: Capturas de tela do vídeo “Balão na chama da vela (Vídeo 1)”.

O vídeo “Balão na chama da vela (Vídeo 2)” (Figura 4.13) apresenta, além de uma tentativa de resposta à questão proposta no final do Vídeo 1 (*Por que o balão, cheio de água, não explode ou entra em combustão?*), outro experimento no qual um balão é aquecido, através da chama de um bico de Bunsen, até o ponto em que as paredes do balão se rompem. A primeira parte do experimento, ou seja, o balão cheio de água aproximado à chama da vela pode ser facilmente reproduzido em sala de aula, já a segunda parte, do balão aquecido com bico de Bunsen, requer um pouco mais de atenção e cuidado. Esta segunda parte pode provocar acidentes, tanto pela chama do bico de Bunsen, quanto pela água aquecida, requerendo também, uma preparação prévia do experimento em um suporte, tendo em vista a dificuldade de se manter o balão sobre a chama do bico de Bunsen até o instante em que a temperatura da água se eleve o suficiente para que ocorra o rompimento das paredes do balão. No caso da realização do experimento, pode ocorrer de os estudantes se distraírem, devido à demora em aquecer a água e o balão, não se obtendo um resultado satisfatório com o experimento.

Considerando aspectos de segurança, pela dificuldade em se repetir o experimento e da difícil visualização da demonstração por um grupo grande de estudantes julga-se que a exibição do vídeo pode trazer melhores resultados do que a realização da demonstração propriamente dita, visto que a leitura da temperatura no termômetro ficaria dificultada, bem como acompanhar o momento exato em que ocorre a explosão do balão, pois o vídeo pode ser pausado quantas vezes se julgar necessário. Possíveis dúvidas sobre o experimento podem ser sanadas com nova exibição do vídeo, com o experimento real seria necessário repetir o experimento, neste caso específico, nem sempre pode ser executado com facilidade.

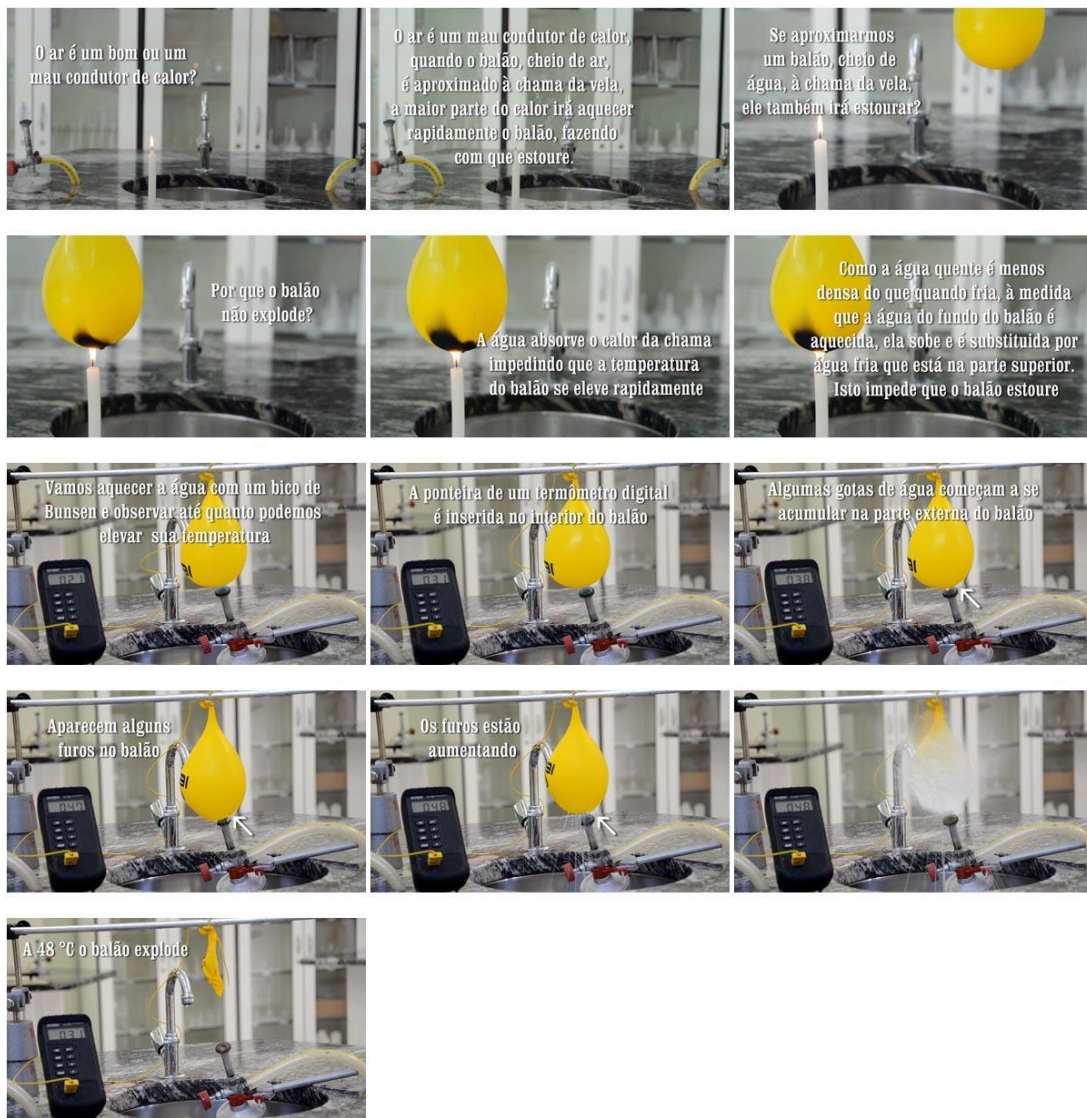


Figura 4.13: Capturas de tela do vídeo “Balão na chama da vela (Vídeo 2)”.

Acompanham estes vídeos, além do Guia pedagógico “Balão na chama da vela” (Seção A.3.3 do Apêndice A), a imagem de um radiador¹³ de carro e de um tijolo. Pode-se discutir, por exemplo, a razão da utilização de água ou outro líquido em radiadores e a razão pela qual a temperatura do motor precisa ser controlada, para que o motor do automóvel não atinja uma temperatura elevada capaz de “fervor o motor”. Pode-se também apresentar o motivo pelo qual o tijolo não é maciço, chamando-se a atenção para o fato que o ar aprisionado nos furos dos tijolos das paredes funciona como um isolante térmico.

4.5.4 Capacidade térmica da água

No vídeo “Capacidade térmica da água (Vídeo 1)” (Figura 4.14) é apresentada uma proposta para aprofundar a discussão envolvendo os conceitos de calor específico e de capacidade térmica. No experimento, duas quantidades de água são aquecidas recebendo, supostamente, a mesma quantidade de calor. Solicita-se aos estudantes que façam uma previsão sobre a temperatura final da porção maior de água, quando a porção menor atingir uma determinada temperatura. Espera-se com

¹³Dispositivo utilizado em automóveis para trocas de calor entre o ar atmosférico e o líquido de arrefecimento.

esta proposta promover um diálogo acerca das idealizações assumidas na realização do experimento e aprofundar a discussão em torno da equação fundamental da calorimetria, bem como aprofundar a discussão envolvendo os conceitos de calor específico e capacidade térmica, conceitos estes que se espera já terem sido trabalhados.

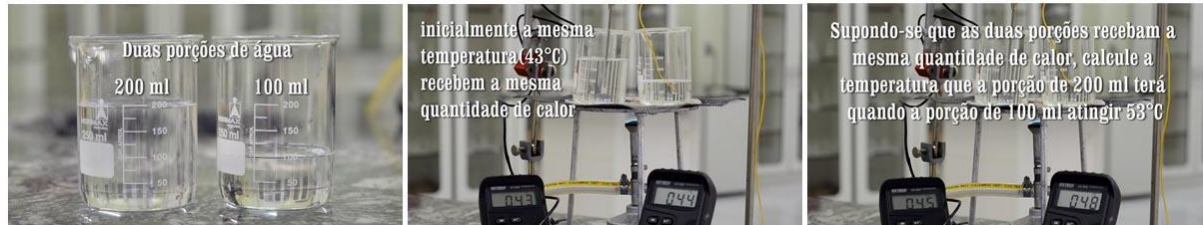


Figura 4.14: Capturas de tela do vídeo “Capacidade Térmica da água (Vídeo 1)”.

O professor pode fazer uso deste vídeo juntamente com o Roteiro de atividades “Capacidade térmica da água” (Seção A.4.2 do Apêndice A), no qual são propostas questões que visam oportunizar, ao estudante, uma tarefa na qual ele revise os conceitos de calor absorvido por um corpo, calor específico, capacidade térmica e também desenvolva a habilidade em fazer cálculos simples.

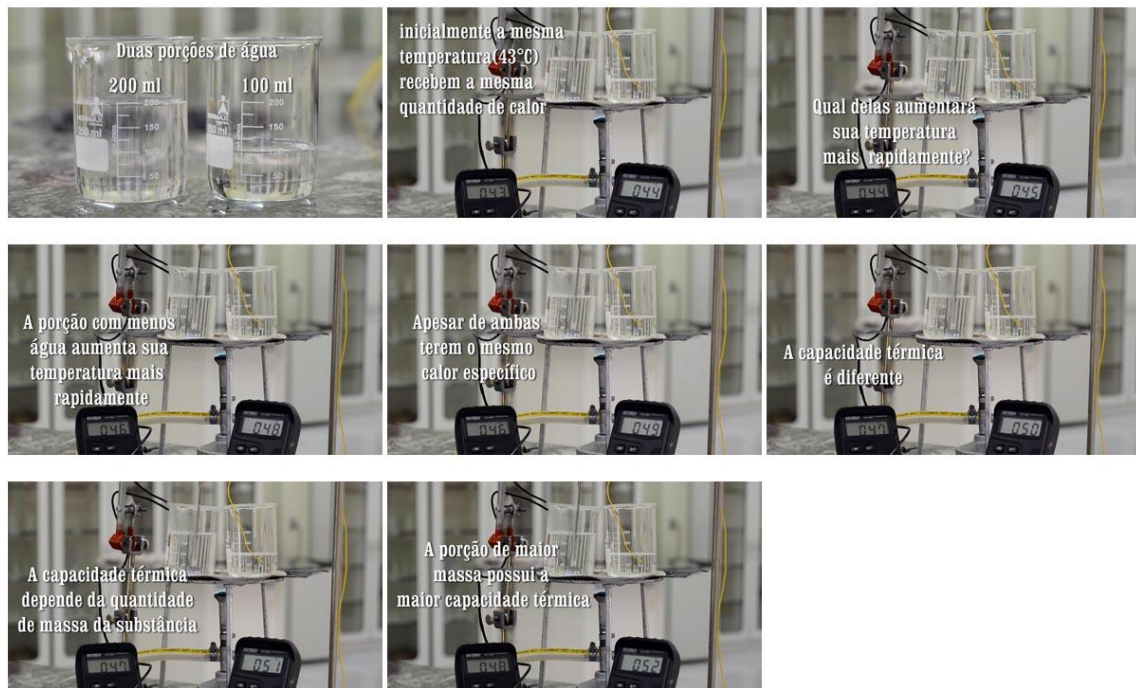


Figura 4.15: Capturas de tela do vídeo “Capacidade Térmica da água (Vídeo 2)”.

O vídeo “Capacidade térmica da água (Vídeo 2)” (Figura 4.15) pode ser utilizado pelo professor para introduzir o conceito de capacidade térmica, esperando-se que o conceito de calor específico já tenha sido trabalhado anteriormente. Para isto o professor pode exibir o vídeo fazendo pausas, conforme indicado no Guia pedagógico “Capacidade térmica da água” (Seção A.4.3 do Apêndice A), que acompanha estes vídeos.

Pode-se utilizar o vídeo para introduzir o conceito de capacidade térmica ou para reforçar o mesmo conceito. Neste caso deve-se utilizar o vídeo após já ter sido discutido o conceito de capacidade térmica.

4.5.5 Transformações adiabáticas

Estes vídeos foram concebidos com o intuito de ilustrar o conteúdo relacionado ao comportamento dos gases, em particular trata-se aqui das transformações adiabáticas, visto que este conteúdo geralmente é ensinado no ensino médio sem uma atividade experimental ou uma demonstração que acompanhe a teoria. Os dados do experimento realizado apresentados no vídeo são aproximados, pois o objetivo não é a precisão das medidas. Pretende-se estimular uma discussão acerca dos conceitos envolvidos em transformações gasosas, especialmente as transformações adiabáticas.

No vídeo “Transformações adiabáticas (Vídeo 1)” (Figura 4.16) é apresentado um experimento no qual uma seringa, que contém um sensor termopar acoplado a um termômetro na extremidade que está em contato com o ambiente interno à seringa. Um pequeno furo na lateral da seringa é tapado pelo dedo do experimentador antes de comprimir rapidamente o gás (o ar) aprisionado no interior da seringa, produzindo-se assim uma transformação praticamente adiabática. Posteriormente, há trocas entre o gás aquecido, a ponteira e as paredes da seringa. A temperatura registrada no termômetro é a temperatura de equilíbrio após estas trocas de calor. Estas e outras considerações são discutidas no Guia pedagógico “Transformações adiabáticas” (Seção A.5.3 do Apêndice A) que acompanha estes vídeos.



Figura 4.16: Capturas de tela do vídeo “Transformações adiabáticas (Vídeo 1)”.

Pode-se utilizar o Vídeo 1 como ilustração no estudo das transformações adiabáticas, como uma forma de introduzir o conteúdo ou o professor pode utilizar, com seus alunos, o Roteiro de atividades “Transformações adiabáticas” (Seção A.5.2 do Apêndice A). Neste último caso sugere-se que o roteiro seja utilizado após o conteúdo ter sido discutido, apresentando uma atividade em que o aluno tem por objetivo calcular a pressão exercida pelo gás através da equação geral dos gases perfeitos, fomentando a discussão acerca das idealizações a respeito do experimento.

O vídeo “Transformações adiabáticas (Vídeo 2)” (Figura 4.17) apresenta breves explicações dos acontecimentos e também o cálculo da pressão final. Ressalta-se que o valor da pressão final encontrado é subestimado em relação à pressão no final da compressão adiabática, pois a temperatura registrada no termômetro é a temperatura após o ar resfriar devido às trocas de calor com o sistema no entorno.



Figura 4.17: Capturas de tela do vídeo “Transformações adiabáticas (Vídeo 2)”.

4.5.6 Água como transmissora de calor

Neste vídeo apresenta-se um experimento que se destina principalmente à discussão sobre o conceito de condução térmica. O vídeo “Água como transmissora de calor (Vídeo 1)” (Figura 4.18) foi realizado com o auxílio de um bico de Bunsen, utilizado no aquecimento até a ebulição de uma porção de água, que se encontra na parte superior de um tubo contendo gelo. Enquanto a porção de água ferve, a parte da água, no restante do tubo, permanece no estado sólido, como gelo.



Figura 4.18: Capturas de tela do vídeo “Água como transmissora de calor (Vídeo 1)”.

O objetivo deste vídeo é despertar o interesse dos estudantes pelos conceitos envolvidos em processos de transmissão do calor a serem estudados posteriormente ou como forma de aprofundar a discussão após estes conceitos terem sido discutidos. No segundo caso, o professor poderá fazer uso do Roteiro de atividades “Água como transmissora de calor” (Seção A.6.2 do Apêndice A), que tem por objetivo estabelecer uma discussão acerca do modelo adotado para a transmissão térmica em fluidos (a convecção é a forma preponderante) e sólidos (principalmente a condução térmica), exemplificado pelo caso específico do vidro, material utilizado na fabricação do tubo de ensaio. No Vídeo 1 o professor deve ressaltar que a água entra em ebulição na parte superior do tubo, enquanto na parte inferior a temperatura do gelo permanece praticamente inalterada. Estas informações estão presentes de forma explícita na Figura 4.19.

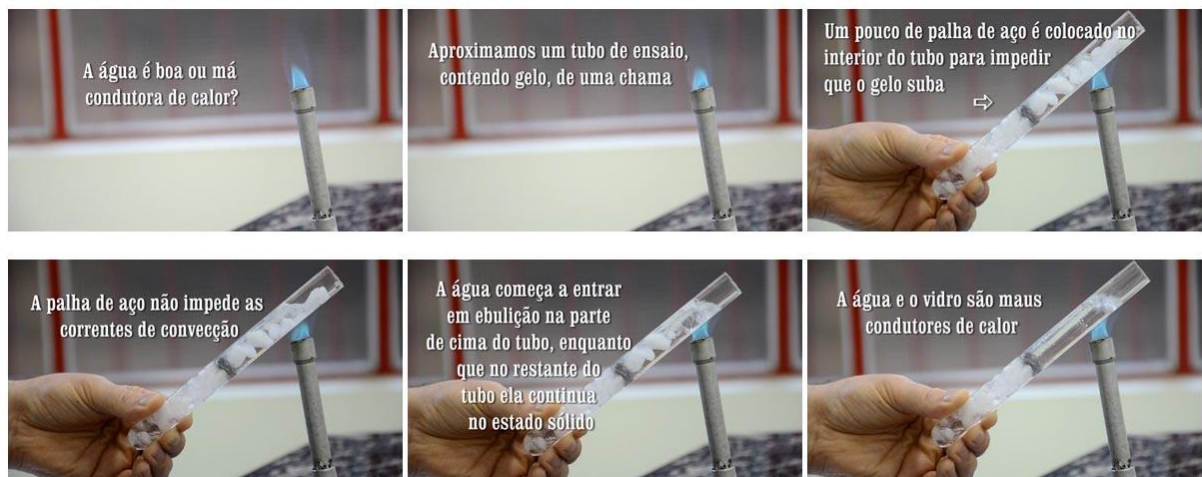


Figura 4.19: Capturas de tela do vídeo “Água como transmissora de calor (Vídeo 2)”.

Acompanha também estes vídeos o Guia pedagógico “Água como transmissora de calor” (Seção A.6.3 do Apêndice A), que traz sugestões de atividades que podem ser implementadas pelo professor.

4.5.7 Bons e maus condutores de calor

Os vídeos da série “Bons e maus condutores de calor” foram produzidos utilizando-se uma vela e um pedaço de papel-toalha enrolado em diversos materiais. O objetivo destes vídeos é promover uma discussão acerca do conceito de condução térmica, estimulando a discussão a partir dos fenômenos observados, através do método POE (Predizer, observar, explicar) ou como uma demonstração após a discussão teórica do conteúdo.

O vídeo “Bons e maus condutores de calor (Vídeo 1)” (Figura 4.20) pode ser utilizado antes da discussão dos conteúdos, como uma alternativa para motivar e despertar o interesse dos estudantes pelo conteúdo a ser estudado. Neste caso, o professor pode iniciar apresentando o vídeo apenas destacando os materiais que entram em combustão, deixando a explicação do fenômeno para um segundo momento, após a discussão teórica do conteúdo. Pode-se também fazer uso do vídeo 1 como um exercício de fixação do conteúdo ou de revisão. Neste caso pode-se utilizar o Roteiro de atividades “Bons e maus condutores de calor” (Seção A.7.2 do Apêndice A), que apresenta questões, sobre o vídeo, a serem respondidas pelos estudantes.

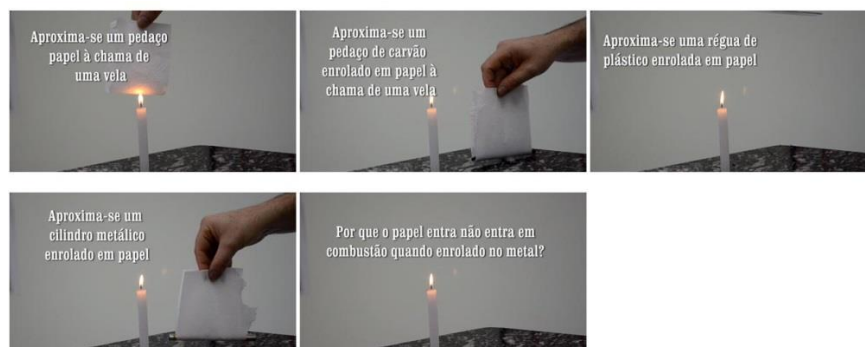


Figura 4.20: Capturas de tela do vídeo “Bons e maus condutores de calor (Vídeo 1)”.

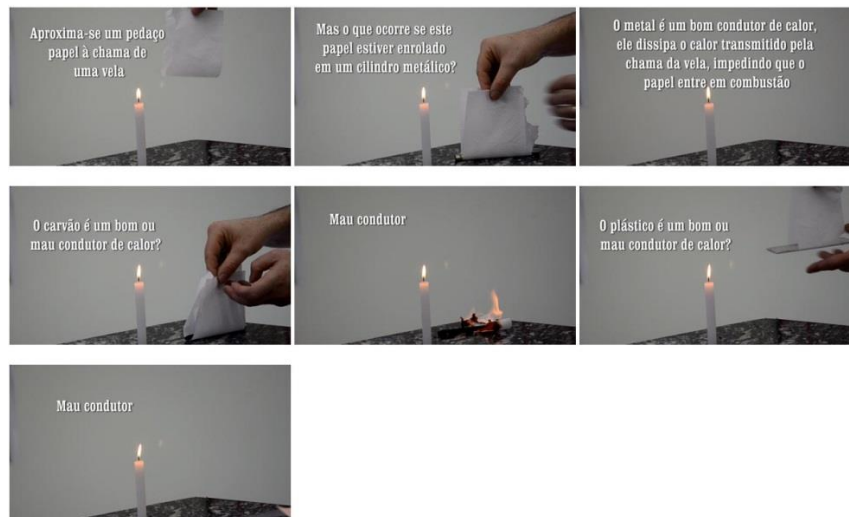


Figura 4.21: Capturas de tela do vídeo “Bons e maus condutores de calor (Vídeo 2)”.

O vídeo “Bons e maus condutores de calor (Vídeo 2)” (Figura 4.21) apresenta respostas para as questões do roteiro da atividade. Pode-se utilizar este vídeo após a exibição do Vídeo 1 ou como forma de ilustrar o conteúdo, recomendando-se fazer pausas ao longo da exibição do vídeo conforme descrito no Guia pedagógico “Bons e maus condutores de calor” (Seção A.7.3 do Apêndice A).

Apesar de o experimento ser simples de ser executado, devido aos materiais inflamáveis que são utilizados, recomenda-se a utilização do vídeo ao invés do experimento real, principalmente se o experimento for realizado na sala de aula ou em um laboratório que não disponha de um aparelhamento adequado e um plano contra incêndio.

4.5.8 Condução térmica em metais

Os vídeos da série “Condução térmica em metais” foram concebidos para promover uma discussão acerca da condução térmica em diferentes metais. De modo geral, os metais são bons condutores de calor quando comparados com outras substâncias. Entretanto, há uma acentuada diferença no valor da condutividade térmica entre diferentes metais. Espera-se que estes vídeos contribuam para uma discussão acerca do conceito de condutividade térmica, de seu uso e suas aplicações.

O vídeo “Condução térmica em metais (Vídeo 1)” (Figura 4.22) apresenta um experimento com três tubos de mesmo comprimento, mesmo diâmetro, mas de metais diferentes (cobre, latão e aço). Aproxima-se a chama de uma vela, simultaneamente, de cada um dos tubos, sobre os quais foram depositadas gotas de parafina, espaçadas de 5,0 cm. Considera-se que os tubos recebam calor igualmente na mesma taxa, visto que as chamas das velas têm aproximadamente o mesmo tamanho. Pode-se fazer uso do Roteiro de atividades “Condução térmica em metais” (Seção A.8.2 do Apêndice A), apresentando questões relacionadas ao experimento e tendo por objetivo promover a compreensão do significado da condutividade térmica em metais através da busca por explicações do fenômeno observado, conforme orientações que constam no Guia pedagógico “Condução térmica em metais” (Seção A.8.3 do Apêndice A).

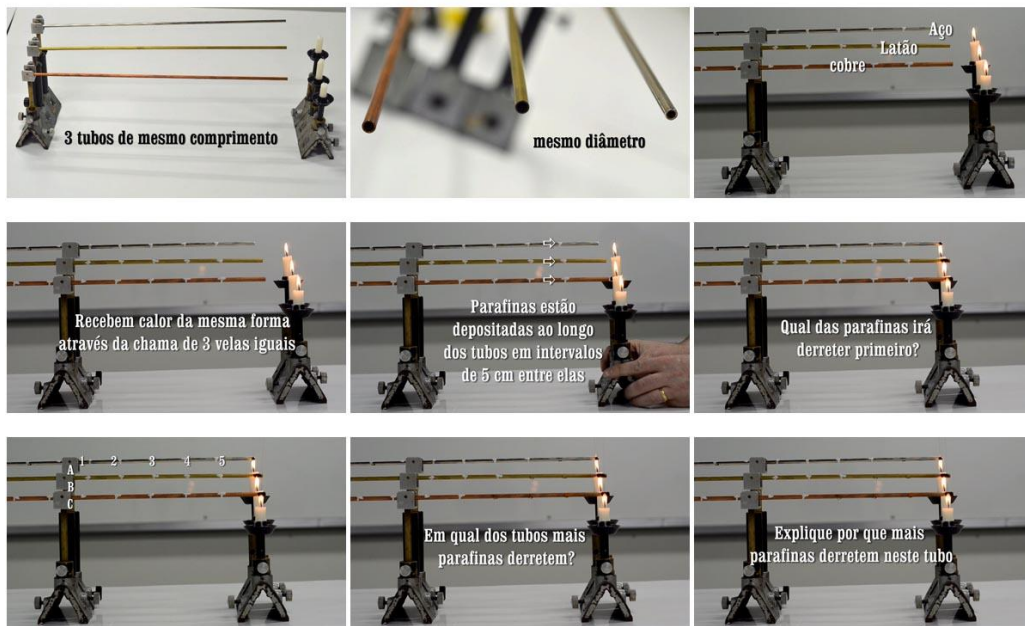


Figura 4.22: Capturas de tela do vídeo “Condução térmica em metais (Vídeo 1)”.

O vídeo “Condução térmica em metais (Vídeo 2)” (Figura 4.23) apresenta, ao final do vídeo, uma tabela com o valor da condutividade térmica dos metais dos tubos, possibilitando ao professor discutir com os estudantes uma explicação para o fenômeno observado.

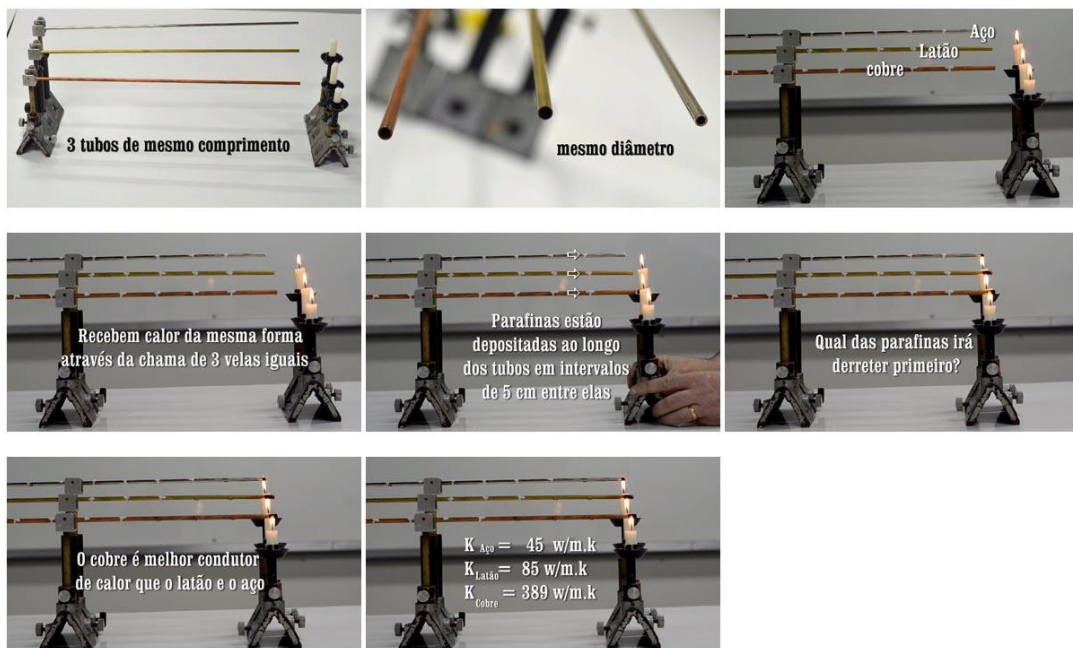


Figura 4.23: Capturas de tela do vídeo “Condução térmica em metais (Vídeo 2)”.

Acompanha, também, estes vídeos o Anexo B “Tabela de condutividade térmica”, que apresenta valores de condutividade térmica para diferentes substâncias, possibilitando ampliar a discussão acerca do conteúdo.

4.5.9 Correntes de convecção no ar



Figura 4.24: Capturas de tela do vídeo “Correntes de convecção no ar (Vídeo 1)”.

Os vídeos intitulados “Correntes de convecção no ar” foram concebidos com o intuito de promover uma discussão sobre as correntes de convecção, em particular das correntes de convecção no ar. Uma pequena hélice é colocada em movimento através das correntes de convecção originadas a partir do aquecimento do ar pela chama de uma vela.

O vídeo “Correntes de convecção no ar (Vídeo 1)” (Figura 4.24) pode ser utilizado juntamente com o Roteiro de atividades “Correntes de convecção no ar” (Seção A.9.2 do Apêndice A), que tem por objetivo o estudo das correntes de convecção através da observação e explicação do fenômeno registrado no vídeo.

O vídeo “Correntes de convecção no ar (Vídeo 2)” (Figura 4.25) apresenta uma explicação para o movimento da hélice em consequência das correntes de convecção que se formam no entorno da chama da vela.



Figura 4.25: Capturas de tela do vídeo “Correntes de convecção no ar (Vídeo 2)”.

Acompanha estes vídeos o Guia pedagógico “Correntes de convecção no ar” (Seção A.9.3 do Apêndice A), apresentando sugestões para o desenvolvimento da atividade desta proposta por professores que desejarem utilizar estes vídeos em sua prática docente.

4.5.10 Correntes de convecção na água

Os vídeos da série “Correntes de convecção na água” são destinados a promover uma discussão acerca do conteúdo de transmissão de calor em fluidos, em específico de correntes de convecção em líquidos. Espera-se que tais vídeos sirvam de motivação para o estudo através da observação do fenômeno ou também como forma de exemplificar o conteúdo.

O vídeo “Correntes de convecção na água (Vídeo 1)” (Figura 4.26) apresenta um experimento em que duas porções de água, a primeira a uma temperatura mais baixa (azul) e a outra a uma temperatura mais alta (vermelha) são adicionadas a uma cuba com água na temperatura ambiente. Observa-se, então, que a porção azul vai em direção ao fundo do recipiente e a porção vermelha se distribui na região da superfície. Para promover uma discussão acerca do fenômeno observado, o professor pode fazer uso do Roteiro de atividades “Correntes de convecção na água” (Seção A.10.2 do Apêndice A), contendo questões que visam incentivar o estudante a buscar uma explicação para os fenômenos observados. O vídeo também apresenta outro experimento no qual as duas porções de água (coloridas de pigmento vermelho e azul) são mergulhadas simultaneamente no recipiente com água na temperatura ambiente. Observa-se que, após um breve intervalo de tempo, ocorre a separação das porções, havendo, portanto, uma diferença de densidade entre as porções a diferentes temperaturas.

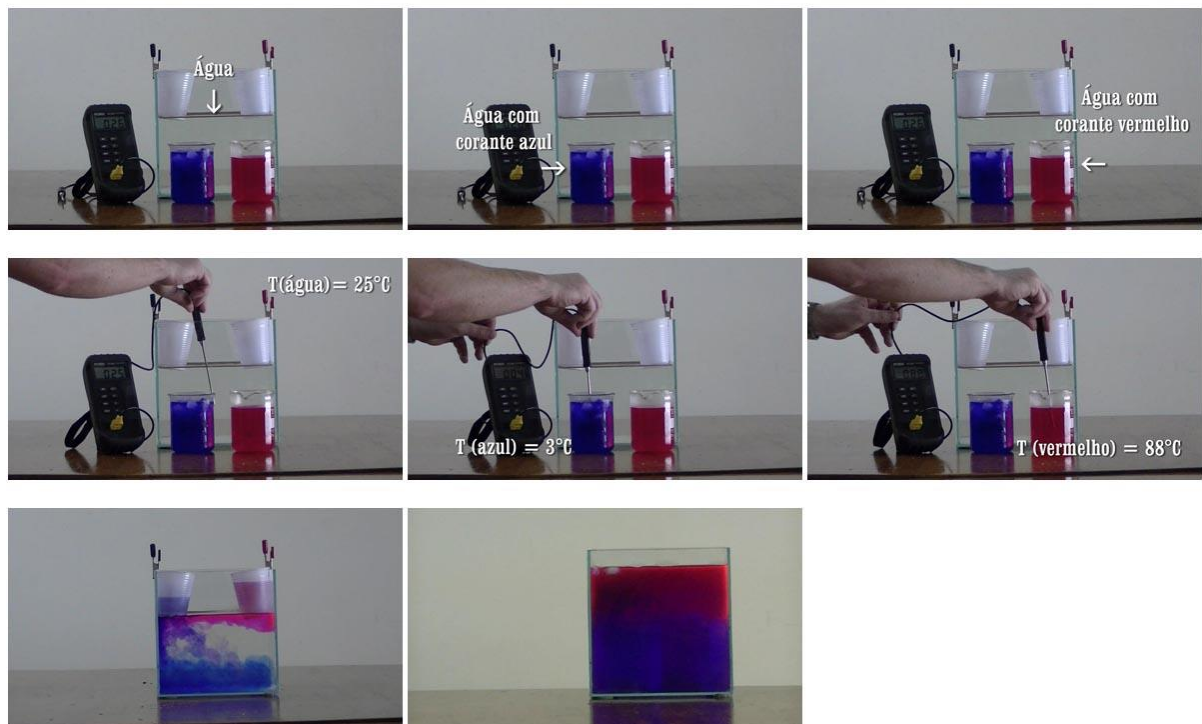


Figura 4.26: Capturas de tela do vídeo “Correntes de convecção na água (Vídeo 1)”.

O vídeo “Correntes de convecção na água (Vídeo 2)” (Figura 4.27) possui legendas e uma explicação simples dos fenômenos observados. Pode-se utilizar este vídeo após a exibição do Vídeo 1 como forma de discussão das respostas ao roteiro de atividades ou utilizar apenas o Vídeo 2 como forma de ilustrar o conteúdo estudado. Sugere-se que a exibição venha acompanhada de uma explicação do professor, na qual ele poderá optar pela melhor forma de utilização dos vídeos de acordo com o seu planejamento didático. Acompanha estes vídeos o Guia pedagógico “Correntes de

convecção na água” (Seção A.10.3 do Apêndice A), contendo sugestões de atividades para o professor que queira utilizar os vídeos em suas aulas.

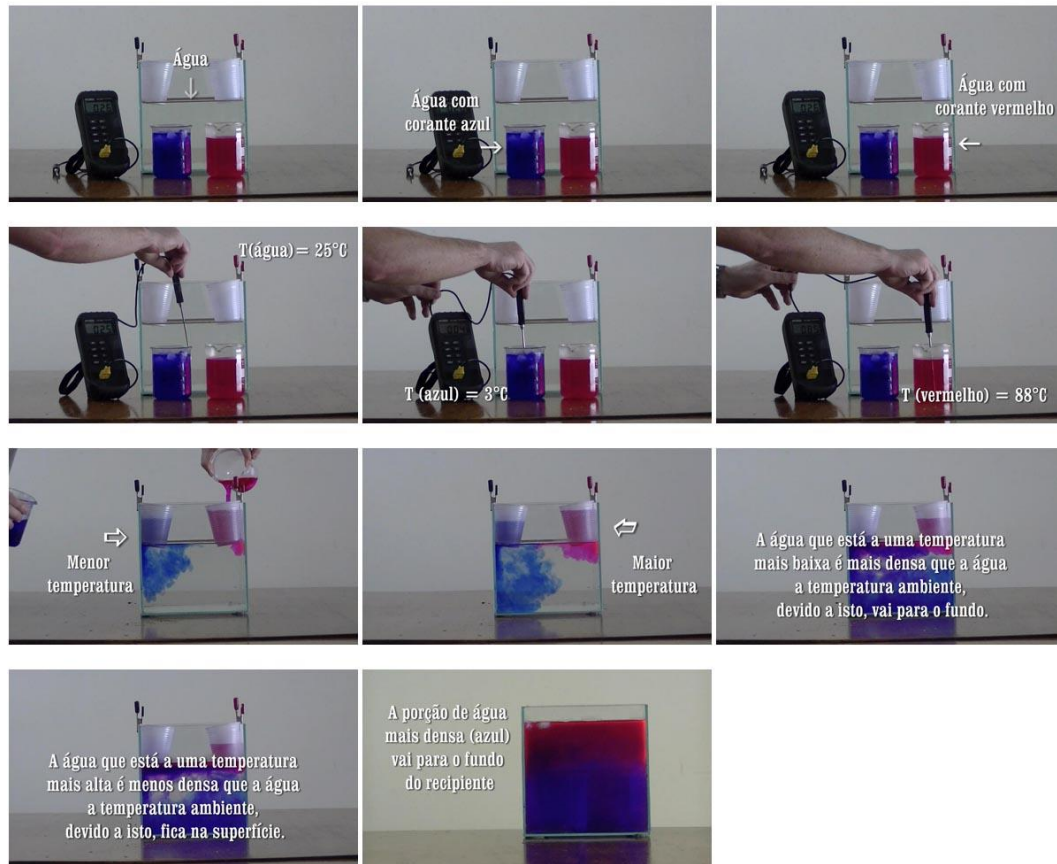


Figura 4.27: Capturas de tela do vídeo “Correntes de convecção na água (Vídeo 2)”.

4.5.11 Temperatura em diferentes partes do martelo

No vídeo “Temperatura em diferentes partes do martelo (Vídeo 1)” (Figura 4.28) utilizou-se um termômetro (termopar) e um martelo. O objetivo é promover uma discussão se é possível confiar em nossos sentidos para determinar se um determinado objeto está a uma temperatura mais baixa ou mais elevada do que outro. Esta experiência, apesar de simples, pode promover uma discussão sobre a necessidade de se definir muito bem os conceitos de calor e de temperatura. O professor pode, a partir do experimento, iniciar o conteúdo de termologia utilizando o Vídeo 1, mesmo sem apresentar, de imediato, respostas às questões apresentadas no vídeo, ou pode utilizar este experimento quando do estudo da condução térmica. Caso o professor prefira utilizar este vídeo no estudo dos conceitos relacionados à condução térmica, pode fazer uso do Roteiro de atividades “Temperatura em diferentes partes do martelo” (Seção A.11.2 do Apêndice A), contendo questões que buscam facilitar o entendimento acerca da condução térmica e a refletir suas implicações no dia a dia do estudante.

O vídeo “Temperatura em diferentes partes do martelo (Vídeo 2)” (Figura 4.29) pode ser utilizado após o estudo da condução térmica. Ele apresenta uma explicação simples do fenômeno observado. Tal experimento pode ser facilmente reproduzido em sala de aula caso o professor possua os equipamentos necessários.



Figura 4.28: Capturas de tela do vídeo “Temperatura em diferentes partes do martelo (Vídeo 1)”.

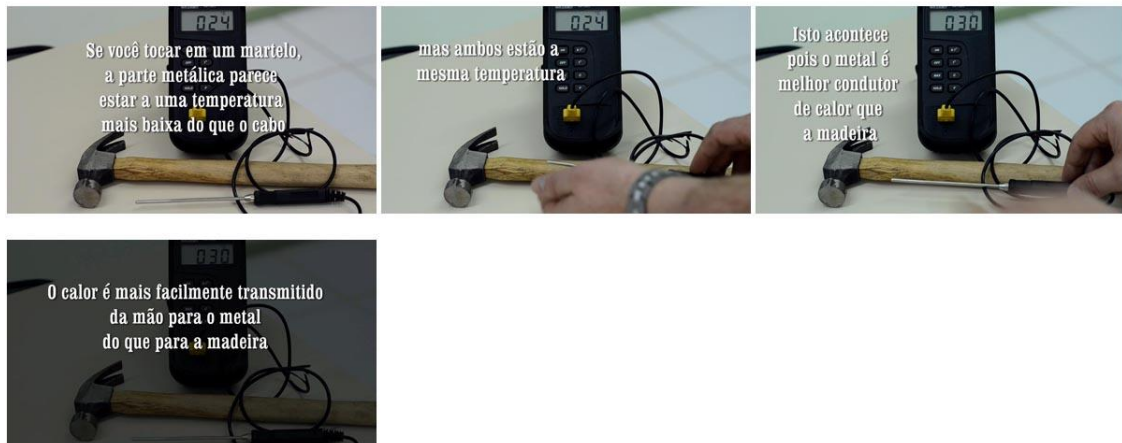


Figura 4.29: Capturas de tela do vídeo “Temperatura em diferentes partes do martelo (Vídeo 2)”.

Acompanha estes vídeos o Guia pedagógico “Temperatura em diferentes partes do martelo” (Seção A.11.3 do Apêndice A), contendo sugestões de uso dos vídeos e de outros experimentos relacionados ao tema, realizáveis em sala de aula, além de um breve esclarecimento sobre a diferença entre os conceitos de calor e de temperatura. Acompanha também o Anexo B: “Tabela de condutividade térmica”, que pode ser exibido aos estudantes para promover a discussão acerca de bons e maus condutores de calor e do uso e aplicações de substâncias com diferentes valores da condutividade térmica.

4.5.12 Anel de Gravesande

Estes vídeos foram produzidos utilizando-se um dispositivo¹⁴ inventado por Willem Jacob's Gravesande e destina-se ao estudo da dilatação de corpos sólidos. O vídeo “Anel de Gravesande (Vídeo 1)” (Figura 4.3) apresenta inicialmente o equipamento, ressaltando as suas partes mais relevantes. Pode-se utilizar este vídeo juntamente com o Roteiro de atividades “Anel de Gravesande” (Seção A.12.2 do Apêndice A), contendo questões a serem respondidas pelos estudantes através do método POE (predizer, observar e explicar). No vídeo demonstra-se que uma esfera de metal passa através do orifício de uma chapa metálica quando ambas estão à mesma temperatura, ou seja, o diâmetro da esfera é menor que o diâmetro interno do orifício da chapa metálica. Após a esfera ser aquecida com um bico de Bunsen, ela aumenta de volume, em consequência seu diâmetro também aumenta e a esfera não passa mais através do orifício da chapa metálica. A questão central no vídeo está em observar o que ocorre com as dimensões do orifício da chapa metálica quando esta é

¹⁴O equipamento utilizado neste vídeo foi cedido pelo técnico Renato Divan Silveira de Souza dos Laboratórios de Ensino do Instituto de Física, UFRGS. (<http://oficinadeensino.blogspot.com.br/>)

aquecida, ou seja, o orifício também aumenta o seu diâmetro, pois deixa passar a esfera aquecida. Para orientar o trabalho do professor que queira utilizar o vídeo, disponibiliza-se também o Guia pedagógico “Anel de Gravesande” (Seção A.12.3 do Apêndice A).



Figura 4.30: Capturas de tela do vídeo “Anel de Gravesande (Vídeo 1)”.

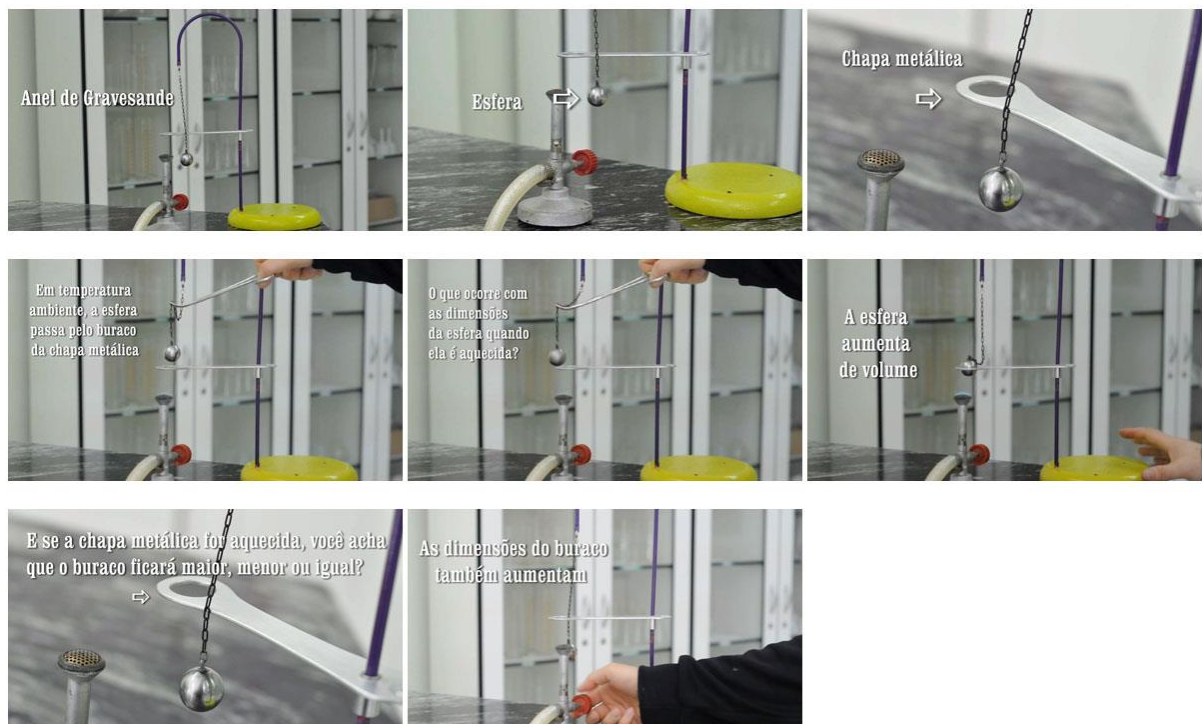


Figura 4.31: Capturas de tela do vídeo “Anel de Gravesande (Vídeo 2)”.

O vídeo “Anel de Gravesande (Vídeo 2)” (Figura 4.31) apresenta respostas para as questões do roteiro de atividades (Seção A.12.2 do Apêndice A). Pode-se utilizar o Vídeo 2 após a exibição do Vídeo 1 ou como forma de ilustrar o conteúdo a ser discutido conforme orientações do Guia pedagógico (Seção A.12.3 do Apêndice A). Após a exibição do vídeo sugere-se discutir com os alunos o modelo de dilatação dos sólidos, assim como a discussão de outras situações do cotidiano que se assemelham ao demonstrado no experimento, tal como a relação entre a dilatação da chave e da fechadura entre outros exemplos.

4.5.13 Difusão molecular

Os vídeos sobre difusão molecular foram realizados com duas porções de água a diferentes temperaturas. Em cada porção de água foi adicionada uma gota de corante. Observa-se o modo como o corante se espalha em cada uma das porções de água. Na utilização do vídeo “Difusão molecular (Vídeo 1)” (Figura 4.32) pode-se recorrer ao Roteiro de atividades “Difusão molecular” (Seção A.13.2 do Apêndice A), que apresenta questões que buscam estabelecer uma discussão acerca de um modelo molecular para os líquidos.



Figura 4.32: Capturas de tela do vídeo “Difusão molecular (Vídeo 1)”.

O vídeo “Difusão molecular (Vídeo 2)” (Figura 4.33) apresenta respostas para as questões do roteiro de atividades (Seção A.13.2 do Apêndice A), podendo ser utilizado como forma de ilustrar o conteúdo discutido ou antes da discussão do mesmo. No segundo caso, recomenda-se a exibição intercalando com pausas conforme recomendado no Guia pedagógico “Difusão molecular” (Seção A.13.3 do Apêndice A), que acompanha estes vídeos com sugestões aos professores.



Figura 4.33: Capturas de tela do vídeo “Difusão molecular (Vídeo 2)”.

4.5.14 Dilatação dos gases

Os vídeos intitulados “Dilatação dos gases” foram feitos com um balão de festa comum preenchido com ar dos pulmões e um recipiente de isopor contendo nitrogênio líquido, cuja temperatura é de cerca de -196°C . Nestes vídeos tem-se por objetivo estabelecer uma discussão sobre o modelo de dilatação em gases e a influência da pressão atmosférica no volume do balão. No vídeo “Dilatação dos gases (Vídeo 1)” (Figura 4.34) o balão é inserido no recipiente de isopor contendo nitrogênio líquido, observa-se o que ocorre com o volume do balão quando este é mergulhado no nitrogênio e, depois, retorna à mesma forma inicial quando o mesmo é retirado do recipiente. O professor pode utilizar o Roteiro de atividades “Dilatação dos gases” (Seção A.14.2 do Apêndice A) para auxiliar na discussão sobre o assunto. No roteiro, o estudante deve explicar o que

ocorre com o volume do balão após terem sido discutidos um modelo para a dilatação de gases. Também se pode utilizar o vídeo como forma de motivar os estudantes para a discussão do conteúdo; neste caso o vídeo deve ser exibido antes da discussão do conteúdo.



Figura 4.34: Capturas de tela do vídeo “Dilatação dos gases (Vídeo 1)”.

No vídeo “Dilatação dos gases (Vídeo 2)” (Figura 4.35), o mesmo experimento do Vídeo 1 é acompanhado de uma breve explicação do fenômeno e, adicionalmente, outro experimento no qual o nitrogênio contido em uma garrafa térmica é derramado sobre o balão. Este vídeo pode ser exibido após a exibição do Vídeo 1 como forma de correção do roteiro ou como forma de ilustrar o conteúdo. Para auxiliar o professor na utilização deste vídeo ele é acompanhado do Guia pedagógico “Dilatação dos gases” (Seção A.14.3 do Apêndice A) contendo sugestões de utilização dos vídeos.



Figura 4.35: Capturas de tela do vídeo “Dilatação dos gases (Vídeo 2)”.

Devido à dificuldade da obtenção e ao elevado custo do nitrogênio líquido pela maioria das instituições de ensino, o vídeo se constitui em uma alternativa adequada para a realização do experimento em sala de aula. Um experimento semelhante e de menor custo pode ser realizado utilizando-se gelo e sal como mistura refrigerante dentro do recipiente de isopor. Entretanto, o efeito visual e a demora na diminuição de volume do balão nesse caso incentivam a utilização do vídeo.

4.5.15 Dilatação linear

A realização destes vídeos se deu utilizando-se um dispositivo¹⁵ produzido de forma artesanal e especialmente confeccionado para o estudo qualitativo da dilatação linear. O vídeo “Dilatação linear (Vídeo 1)” (Figura 4.36) apresenta inicialmente as partes que compõem o equipamento, tendo em vista que é aconselhável o indivíduo conhecer primeiro o funcionamento do equipamento e as partes que o compõem para melhor observar o fenômeno da dilatação linear. Após a apresentação inicial é

¹⁵O equipamento (dilatômetro) utilizado neste vídeo foi produzido pelo técnico Renato Divan Silveira de Souza dos Laboratórios de Ensino do Instituto de Física, UFRGS. (<http://oficinadeensino.blogspot.com.br/>)

notada a posição no marcador em que se encontra o ponteiro do dilatômetro, bem como o valor da temperatura do líquido (água) que entrará em contato com a barra de alumínio. O objetivo da atividade é propor ao estudante que determine o coeficiente de dilatação linear do tubo de alumínio a partir dos dados apresentados.

Este vídeo pode ser utilizado em substituição a um problema meramente teórico, ou seja, pode-se propor uma atividade em que o estudante coleta dados de um experimento, calcula o coeficiente de dilatação linear do tubo e depois compara este valor com um valor tabelado. Acredita-se que este método pode propiciar um ambiente no qual o estudante sinta-se mais motivado para a realização da tarefa.

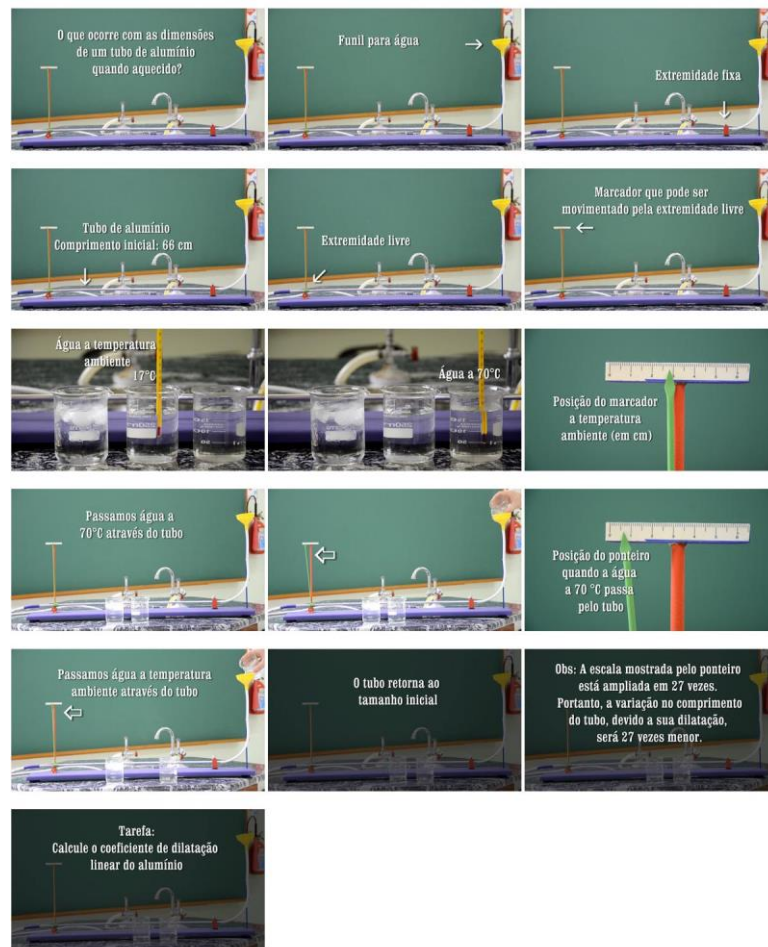


Figura 4.36: Capturas de tela do vídeo "Dilatação linear (Vídeo 1)".

Para apoiar o trabalho do professor com o Vídeo 1 disponibiliza-se o Roteiro de atividades "Dilatação linear" (Seção A.15.2 do Apêndice A) contendo questões que visam orientar o estudante no estudo de um modelo para explicar a dilatação linear, bem como a realização do cálculo do coeficiente de dilatação linear do tubo de alumínio. Recomenda-se a utilização do Vídeo 1 após a discussão da definição do coeficiente de dilatação linear.

O vídeo "Dilatação linear (Vídeo 2)" (Figura 4.37) também apresenta as partes que compõem o equipamento e ao final a resolução da questão proposta no Vídeo 1. O Vídeo 2 pode ser utilizado após a exibição do Vídeo 1 ou como forma de introduzir o conteúdo, antes da discussão dos conceitos envolvidos na dilatação dos sólidos, conforme sugerido no Guia pedagógico "Dilatação

linear” (Seção A.15.3 do Apêndice A). O guia pedagógico contém sugestões de uso dos vídeos para os professores. Devido à dificuldade de obtenção e ao custo do equipamento, inacessível para muitas instituições de ensino, o vídeo constitui-se em uma alternativa importante. Para os docentes que possuem este equipamento e têm a oportunidade da realização de uma atividade prática com seus alunos, acredita-se que o uso combinado do vídeo como uma atividade inicial seguida da prática de laboratório, trarão resultados muito mais significativos.

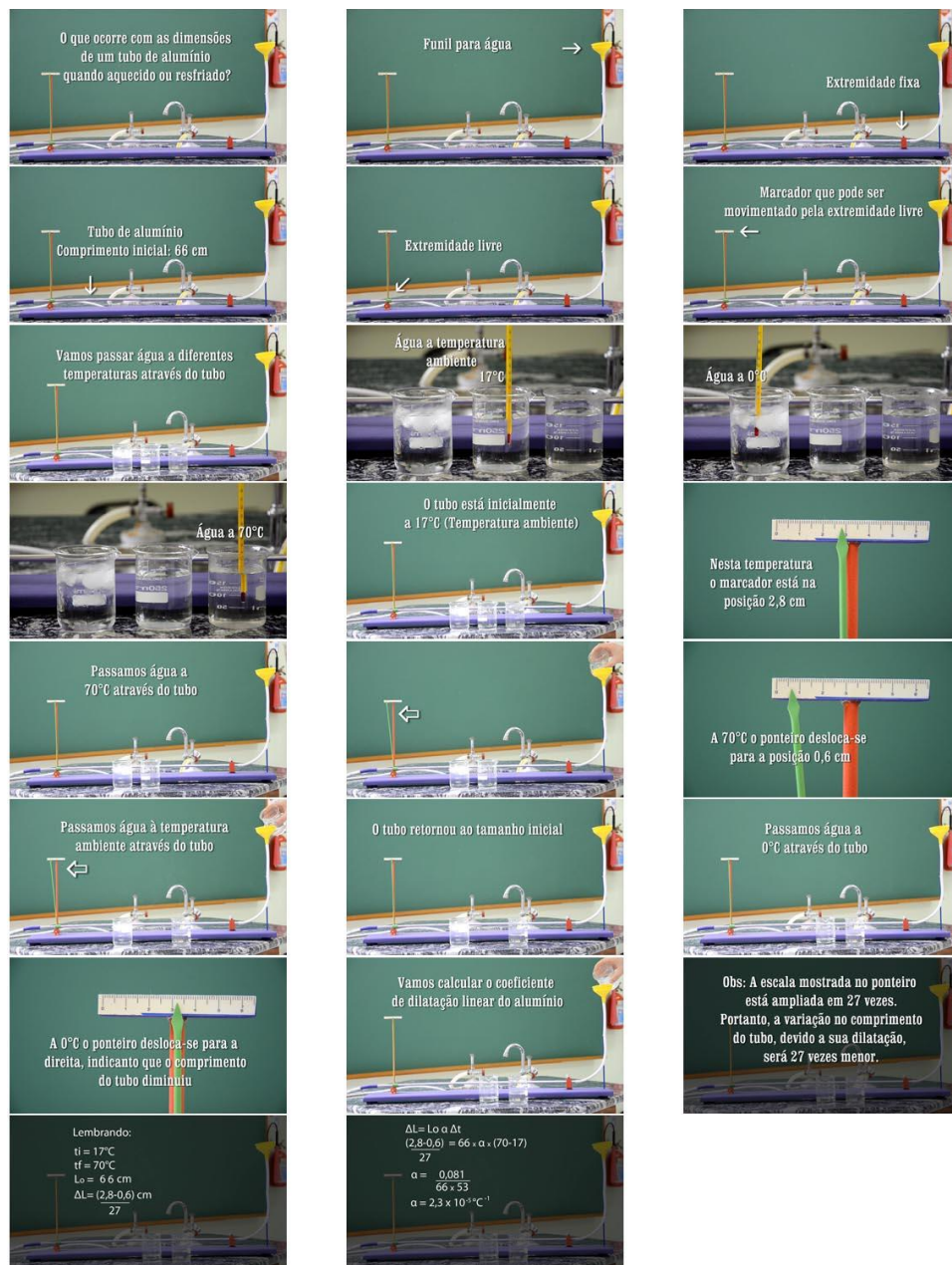


Figura 4.37: Capturas de tela do vídeo “Dilatação linear (Vídeo 2)”.

4.5.16 Dilatação volumétrica

O vídeo “Dilatação volumétrica (Vídeo 1)” (Figura 4.38) foi realizado utilizando-se materiais simples e de fácil obtenção. Caso o professor deseje reproduzir o experimento em sua escola e não encontre os materiais utilizados neste vídeo (rolha de silicone, capilar de vidro) pode utilizar materiais

comumente encontrados no laboratório de Química da Escola como uma rolha de cortiça (rolhas de garrafa de vinho) e uma pipeta, além do Erlenmeyer, conforme descrito no Guia pedagógico “Dilatação volumétrica” (Seção A.16.3 do Apêndice A). Entretanto, pode não obter o mesmo resultado do experimento mostrado no vídeo, pois a cortiça não apresenta a mesma vedação do ar dentro do Erlenmeyer que a rolha de silicone.

Neste experimento um tubo de vidro foi inserido em um Erlenmeyer que continha água com um corante, através do orifício presente na sua rolha de silicone. Com o auxílio das mãos, o ar que se encontra acima do líquido é aquecido e expande-se, aumentando a pressão interna, fazendo com que o líquido suba no interior do capilar. A seguir, o ar acima do líquido é resfriado através do contato de uma pedra de gelo com a parede externa do Erlenmeyer. Isto faz com que a pressão interna diminua e a pressão atmosférica empurre para baixo o líquido no capilar.

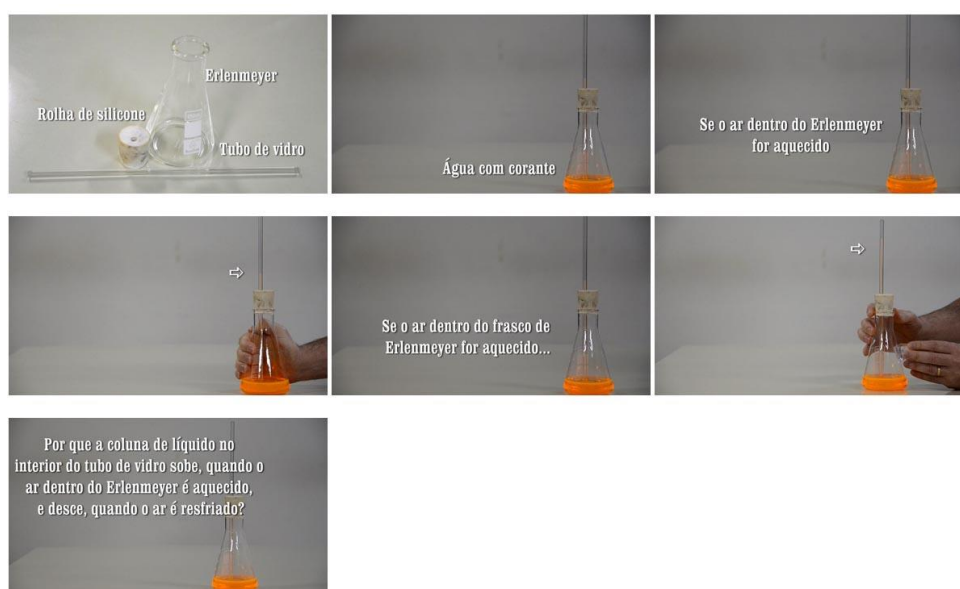


Figura 4.38: Capturas de tela do vídeo “Dilatação volumétrica (Vídeo 1)”.

Este vídeo tanto pode ser utilizado para discutir os conceitos envolvidos na dilatação dos gases, quanto para introduzir os conteúdos de termometria, visto que tal aparato assemelha-se ao termoscópio de Galileu, ou seja, pode-se discutir a construção de um termômetro utilizando-se o equipamento apresentado no vídeo. Caso o professor deseje utilizar o vídeo para discutir com seus alunos os conceitos relacionados à dilatação dos gases, disponibiliza-se ainda o Roteiro de atividades “Dilatação volumétrica” (Seção A.16.2 do Apêndice A) contendo questões que buscam orientar o estudante no estudo da termodinâmica, além de propor uma questão inicial sobre o termoscópio.

O vídeo “Dilatação volumétrica (Vídeo 2)” apresenta algumas respostas às questões propostas no Roteiro de atividades (Seção A.16.2 do Apêndice A), além de uma explicação simples dos fenômenos envolvidos. Pode-se utilizar este vídeo após a exibição do Vídeo 1 ou como forma de ilustrar o conteúdo após a discussão dos conceitos envolvidos no estudo da dilatação dos gases. Podem-se utilizar também estes vídeos na discussão do conceito de pressão atmosférica.



Figura 4.39: Capturas de tela do vídeo “Dilatação volumétrica (Vídeo 2)”.

4.5.17 Lâmina “bimetálica”

Para a realização dos vídeos intitulados “Lâmina “bimetálica”” foi utilizado o invólucro de uma pastilha de vitamina C efervescente cortado na forma de uma pequena lâmina. Este invólucro é composto de duas faces: uma é revestida de alumínio e a outra de papel não constituindo, portando, uma lâmina de dois metais diferentes. Entretanto, considera-se que, para os fins didáticos que se pretende abordar, o comportamento apresentado pela lâmina atende ao conteúdo que se quer discutir, pois a dilatação de uma lâmina bimetálica se assemelha à dilatação de uma lâmina papel-alumínio. Os dois materiais apresentam coeficientes de dilatação térmica diferentes e possibilitam a discussão do conteúdo e das aplicações no cotidiano dos conceitos envolvidos na dilatação dos sólidos.



Figura 4.40: Capturas de tela do vídeo “Lâmina “bimetálica” (Vídeo 1)”.

O vídeo “Lâmina “bimetálica” (Vídeo 1)” (Figura 4.40) apresenta um experimento no qual a lâmina papel-alumínio é aproximada à chama de uma vela. Ao final da exibição do vídeo é

apresentada uma questão que tem por objetivo promover uma discussão acerca da dilatação dos sólidos. O vídeo pode ser utilizado antes da introdução do conteúdo de dilatação térmica, como forma de motivação ou após o conceito de coeficiente de dilatação térmica já ter sido discutido. Pode-se fazer uso do Roteiro de atividades “Lâmina “bimetálica”” (Seção A.17.2 do Apêndice A), que contém questões que buscam facilitar o entendimento do conceito de coeficiente de dilatação térmica pelo aluno e o incentiva a realizar uma pesquisa sobre as possíveis aplicações do conteúdo em discussão.

O vídeo “Lâmina “bimetálica” (Vídeo 2)” (Figura 4.41) apresenta legendas que pretendem facilitar o trabalho do docente e a aprendizagem dos alunos durante a apresentação e a discussão do conteúdo de dilatação térmica. Pode-se, também, fazer uso destes vídeos após o desenvolvimento da atividade em que o estudante responde as questões do roteiro de atividades.



Figura 4.41: Capturas de tela do vídeo “Lâmina “bimetálica” (Vídeo 2)”.

Este experimento pode ser facilmente reproduzido em sala de aula. No Guia pedagógico “Lâmina “bimetálica”” (Seção A.17.3 do Apêndice A) apresentam-se algumas sugestões de uso do vídeo e da confecção de uma lâmina papel-alumínio.

4.5.18.1 Fenômenos reversíveis e irreversíveis

O vídeo “Fenômenos reversíveis e irreversíveis” (Figura 4.42) possui apenas uma versão e faz parte do grupo VII (Leis da Termodinâmica), juntamente com dois outros vídeos. Este vídeo destina-se especificamente à ilustração de fenômenos reversíveis e irreversíveis. No vídeo é demonstrada a expansão de um gás contido em uma seringa, o qual não é um fenômeno rigorosamente reversível, conforme destacado no Guia pedagógico “Leis da termodinâmica” (Seção A.18.3 do Apêndice A). Também são apresentados como exemplos de fenômenos irreversíveis: um pedaço de papel que entra em combustão e uma gota de corante que se dissolve na água.



Figura 4.42: Capturas de tela do vídeo “Fenômenos reversíveis e irreversíveis”.

4.5.18.2 Gelo derretendo

O segundo vídeo do grupo VII tem o título de “Gelo derretendo” (Figura 4.43). Este vídeo é destinado, principalmente, à ilustração de um processo no qual a entropia do sistema (Béquer + gelo + água + ambiente) aumenta. Este processo pode também ser utilizado para exemplificar a mudança de estado físico. Este vídeo foi gravado ao longo de aproximadamente 40 minutos com a filmadora JVC HD Everio GZ-HM320, programada previamente para gravar a uma velocidade de 1 quadro por segundo. Posteriormente este vídeo foi ainda acelerado, com a utilização do programa Pinnacle Studio 15, resultando em um vídeo de cerca de 20s. Devido à demora na realização do experimento e a dificuldade em se visualizar o fenômeno de derretimento do gelo recomenda-se o uso do vídeo em sala de aula ao invés do experimento propriamente dito.



Figura 4.43: Capturas de tela do vídeo “Gelo derretendo”.

4.5.18.3 Máquina térmica

O terceiro vídeo do grupo VII é intitulado “Máquina térmica” (Figura 4.44) e nele é apresentado um exemplo didático de máquina térmica. O objetivo deste vídeo é familiarizar o estudante com os conceitos de fonte quente e fonte fria, transformação de calor em trabalho, rendimento, etc. Este vídeo pode ser utilizado como forma de introduzir o conceito relacionado ao rendimento de uma máquina térmica ou como um exercício no qual o estudante tem por objetivo calcular o rendimento teórico máximo da máquina térmica. Para isto pode-se fazer uso do Roteiro de atividades “Leis da termodinâmica” (Seção A.18.2 do Apêndice A), que contém questões para auxiliar o estudante a alcançar o objetivo pretendido.

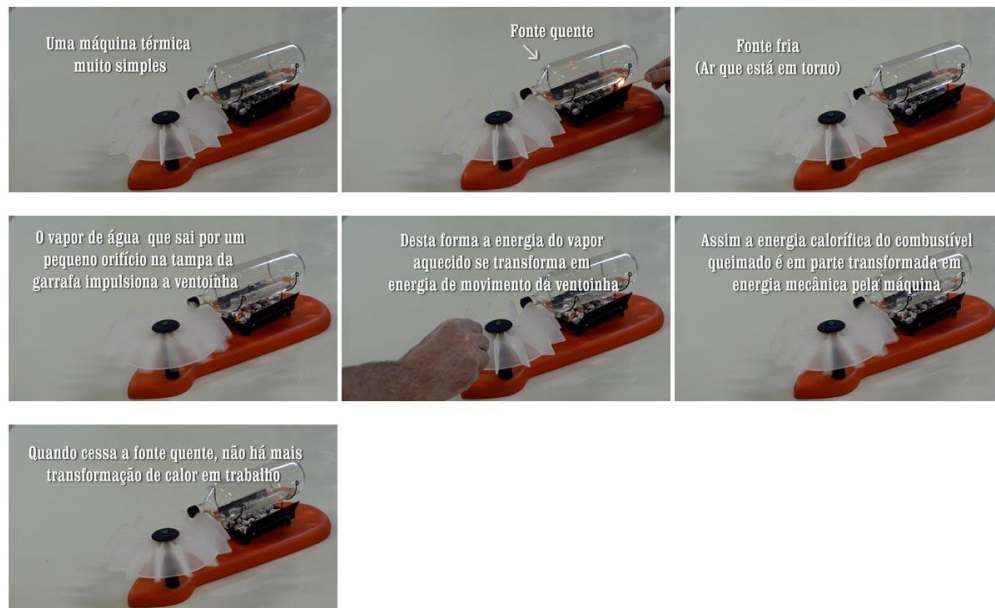


Figura 4.44: Capturas de tela do vídeo “Máquina térmica”.

4.5.19 Água fervendo

Os vídeos desta série apresentam uma porção de água sendo aquecida com um aquecedor elétrico, até atingir o ponto de ebulição. A partir deste vídeo pode-se iniciar uma série de discussões acerca dos fenômenos observados. O vídeo “Água fervendo (Vídeo 1)” inicia com uma questão que busca despertar o interesse dos estudantes pelo vídeo (*A que temperatura a água entra em ebulição?*). A partir do início do vídeo, enquanto se observa o fenômeno de aquecimento da água, são discutidos diversos outros aspectos relevantes e que podem contribuir para o aprendizado: a escala de temperatura do termômetro, os fenômenos da evaporação e da condensação, a formação de bolhas no interior do líquido e as correntes de convecção, os estados físicos da matéria, a pressão atmosférica e a pressão do vapor são alguns dos conteúdos que podem ser abordados, além da análise do ponto de ebulição da água.

O vídeo é finalizado apresentando uma nova questão (*Qual a diferença entre ebulição e evaporação?*). Para auxiliar o professor que deseje utilizar este vídeo em suas aulas, disponibiliza-se também o Roteiro de atividades “Água fervendo” (Seção A.19.2 do Apêndice A), apresentando questões a serem respondidas pelos estudantes que assistiram ao vídeo, buscando estabelecer a diferença entre o fenômeno da ebulição e da evaporação.

O vídeo “Água fervendo (Vídeo 2)” (Figura 4.45) apresenta respostas às questões apresentadas ao final do Vídeo 1, além das informações apresentadas também no Vídeo 1. Este vídeo pode ser utilizado após a exibição do Vídeo 1 ou após a discussão acerca dos fenômenos envolvidos na apresentação do vídeo, conforme sugestões apresentadas no Guia pedagógico “Água fervendo” (Seção A.19.3 do Apêndice A).

Este vídeo foi concebido a partir da constatação de que os alunos costumavam por se dispersar durante as aulas em que o experimento era realizado, devido, principalmente, ao tempo de espera para a água atingir o ponto de ebulição. Além disto, o vídeo mostrou-se extremamente eficiente na observação de outros fenômenos envolvidos e que não eram percebidos durante a

realização da atividade prática, como, por exemplo, a formação de bolhas pelos gases dissolvidos na água que se desprendem ao aumentar a temperatura.

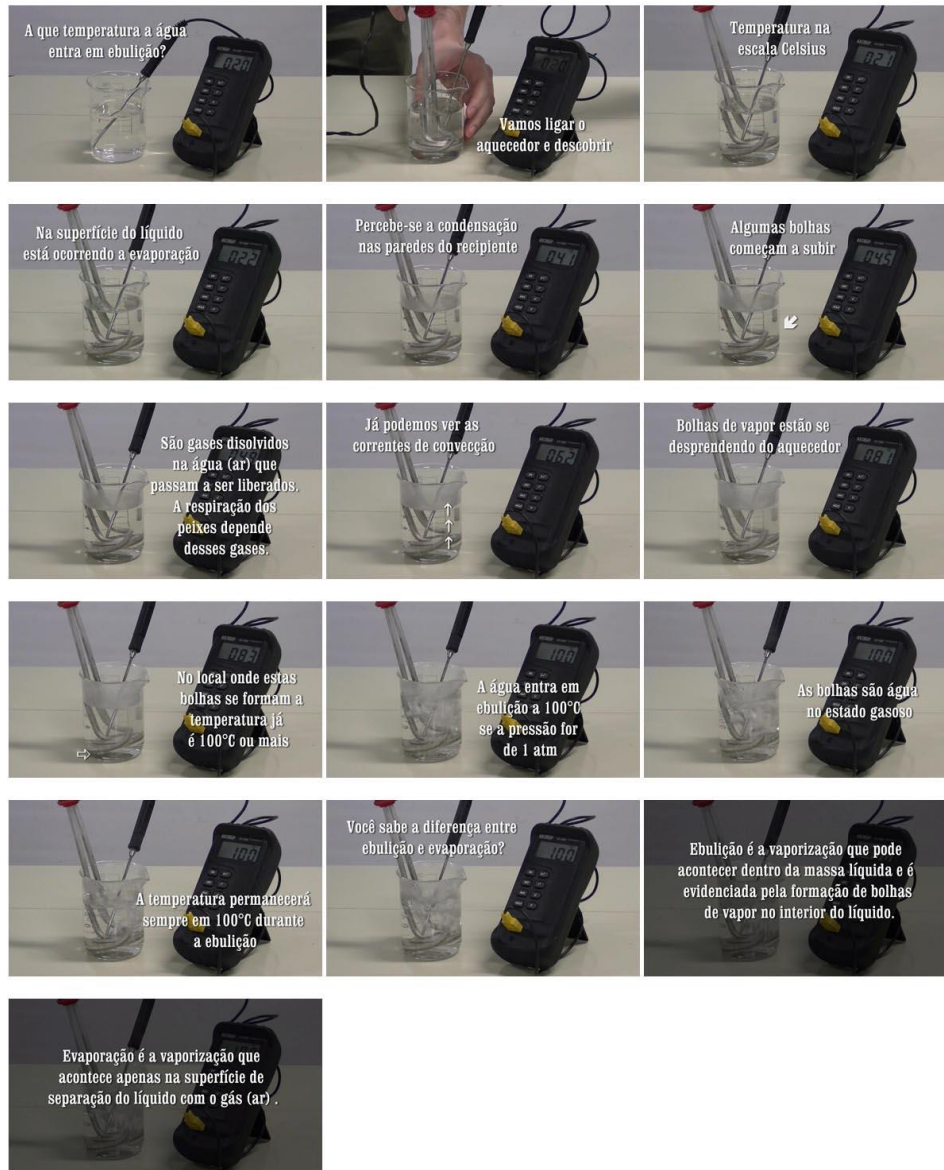


Figura 4.45: Capturas de tela do vídeo "Água fervendo (Vídeo 2)".

4.5.20 Água fervendo em baixa pressão

Os vídeos da série "Água fervendo em baixa pressão" foram produzidos utilizando-se uma seringa de vidro contendo água a uma temperatura um pouco abaixo da sua temperatura de ebulição à pressão atmosférica local (100°C e 1atm. de pressão). Os vídeos podem ser utilizados para discutir a influência da pressão atmosférica no ponto de ebulição das substâncias, em particular o ponto de ebulição da água.

No vídeo "Água fervendo em baixa pressão (Vídeo 1)" (Figura 4.46) uma porção de água a uma temperatura abaixo do seu ponto de ebulição é introduzida no interior de uma seringa de vidro, medindo-se sua temperatura com um termômetro. Após a extremidade, da seringa, ser obstruída com o dedo indicador, o êmbolo é puxado de modo a diminuir a pressão dentro da seringa. Observa-se

que a água dentro da seringa entra em ebulição por alguns instantes. Pode-se utilizar o Roteiro de atividades “Água fervendo em baixa pressão” (Seção A.20.2 do Apêndice A) como instrumento para auxiliar no estudo dos conceitos envolvidos no experimento.



Figura 4.46: Capturas de tela “Água fervendo em baixa pressão (Vídeo 1)”.

O vídeo “Água fervendo em baixa pressão (Vídeo 2)” (Figura 4.47) apresenta respostas às questões propostas no roteiro de atividades. Estes vídeos podem ser exibidos antes da discussão dos conceitos, como forma de motivar os estudantes, ou após a discussão dos conceitos, como forma de ilustrar o conteúdo discutido, conforme sugestões contidas no Guia pedagógico “Água fervendo em baixa pressão” (Seção A.20.3 do Apêndice A).



Figura 4.47: Capturas de tela “Água fervendo em baixa pressão (Vídeo 2)”.

Estes vídeos podem ser utilizados durante a discussão dos conceitos de ponto de ebulição, pressão atmosférica e pressão de vapor. O vídeo mostra-se particularmente relevante devido ao pequeno tempo de duração do fenômeno, que dificulta a visualização no experimento ao vivo.

4.5.21 Experimento de Tyndall

Para a realização do “Experimento de regelo de Tyndall” uma barra de gelo foi obtida a partir do congelamento da água dentro de uma garrafa pet, cujo plástico foi depois retirado após certo tempo, quando já havia iniciado o derretimento do gelo, portanto na temperatura de gelo fundente, a barra de gelo foi suspensa sobre duas hastes de ferro. A seguir, dois objetos, de 5 kg de massa, unidos por um fio de aço de 0,5 mm de diâmetro, foram suspensos sobre o gelo de modo que o fio de aço pressionasse a barra de gelo. Utilizamos para este experimento a câmera JVC HD Everio GZ-HM320 previamente programada para gravar 1 quadro por segundo. O tempo total de gravação do experimento foi de 90 minutos. Posteriormente o vídeo foi acelerado com a utilização do programa Pinnacle Studio 15 resultando em um vídeo de cerca de 1 min e 15 segundos, permitindo assim uma fácil e rápida visualização do fenômeno.

O vídeo “Experimento de Tyndall (Vídeo 1)” (Figura 4.48) pode ser utilizado juntamente com o Roteiro de atividades “Experimento de Tyndall” (Seção A.21.2 do Apêndice A), com o vídeo e o roteiro tem-se por objetivo discutir a influência da pressão no ponto de fusão das substâncias e enunciar a Lei de Le Chatelier, a qual encontra-se explicitada no Guia pedagógico “Experimento de Tyndall” (Seção A.21.3 do Apêndice A), onde também há sugestões de uso dos vídeos e do roteiro.

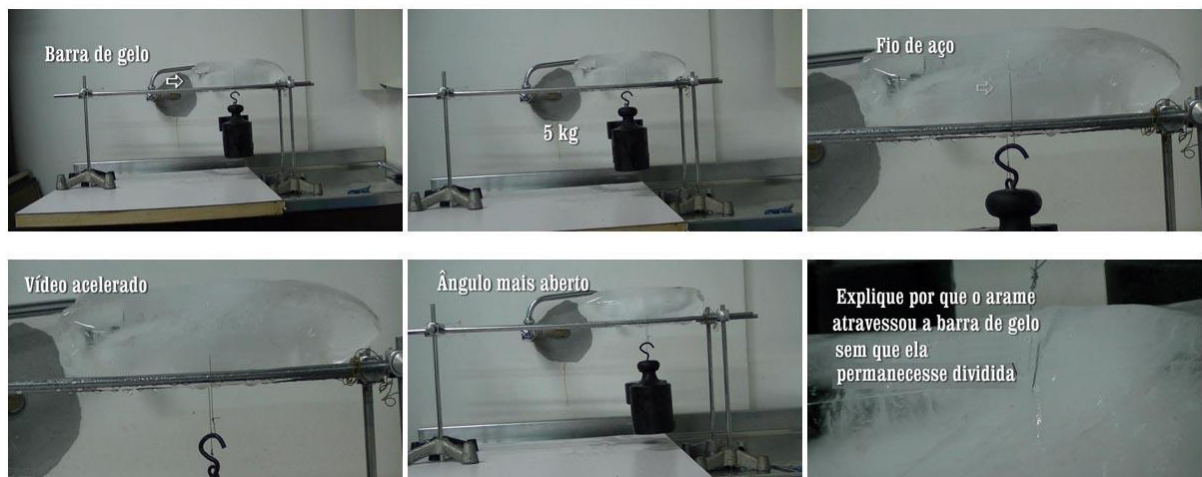


Figura 4.48: Capturas de tela do vídeo "Experimento de Tyndall (Vídeo 1)".

O vídeo "Experimento de Tyndall (Vídeo 2)" (Figura 4.49) contém, além do experimento apresentado no Vídeo 1, outro experimento semelhante realizado com um prego, o qual é inserido no gelo fundente. Este experimento é de fácil realização e pode ser reproduzido em sala de aula. Em virtude da longa duração do experimento de Tyndall recomenda-se o uso do vídeo como motivador ou como forma de ilustrar o conteúdo da influência da pressão no ponto de fusão das substâncias.

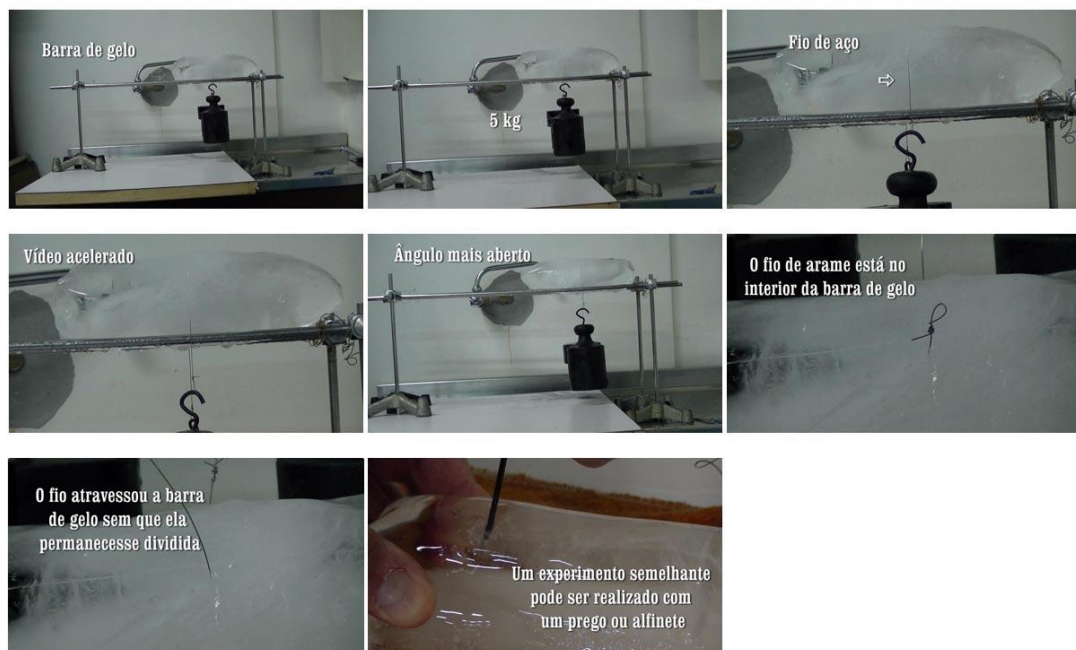


Figura 4.49: Capturas de tela do vídeo "Experimento de Tyndall (Vídeo 2)".

4.5.22 Fusão do gelo

Para a realização deste vídeo foram adicionadas algumas pedras de gelo em um béquer contendo água à temperatura ambiente. Dois termômetros foram posicionados em diferentes partes do recipiente, um dos termômetros foi posicionado no fundo do copo com água, de forma que não mantivesse contado direto com o gelo, o outro, próximo à superfície e em contato com o gelo fundente.

O tempo total de realização deste experimento foi de aproximadamente 2h e 30 min, posteriormente o vídeo foi acelerado para 1min e 10s, de forma a facilitar a visualização e discussão dos conteúdos relacionados ao fenômeno.

O vídeo “Fusão do gelo (Vídeo 1)” (Figura 4.50) pode ser utilizado juntamente com o Roteiro de atividades “Fusão do gelo” (Seção A.22.2 do Apêndice A), que tem como objetivo principal promover uma discussão acerca do comportamento da temperatura durante o processo de Fusão do gelo e também sobre a formação das correntes de convecção em líquidos em aquecimento, escalas de temperatura, mudança de estado físico, idealizações de experimentos físicos. Para orientar o trabalho do docente durante a utilização do vídeo disponibiliza-se também o Guia pedagógico “Fusão do gelo” (Seção A.22.3 do Apêndice A) contendo sugestões de utilização dos vídeos.



Figura 4.50: Capturas de tela do vídeo “Fusão do gelo (Vídeo 1)”.

O vídeo “Fusão do gelo (Vídeo 2)” (Figura 4.51) apresenta legendas que visam auxiliar o professor durante a discussão dos conceitos físicos envolvidos no processo de fusão do gelo. Pode-se utilizar o vídeo 2 após a exibição do vídeo 1 ou como forma de ilustrar o conteúdo e promover uma discussão acerca dos conteúdos de interesse.



Figura 4.51: Capturas de tela do vídeo “Fusão do gelo (Vídeo 2)”.

CAPÍTULO 5 – IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA

Neste capítulo apresenta-se a forma como as atividades com os vídeos foram desenvolvidas. A sequência dos temas neste capítulo obedece à sequência do desenvolvimento da proposta em sala de aula e não à sequência com que estes estão organizados na Tabela 4.2. Descrever-se-á apenas o modo como as atividades com os vídeos foram utilizadas durante as aulas, omitindo os demais detalhes relativos às outras atividades das turmas na escola.

Como já referido no Capítulo 4, o conteúdo de Física térmica está previsto para o 3º trimestre do 2º ano do Ensino Médio. Assim sendo, os alunos já estavam habituados à forma de trabalho do professor, ou seja, já possuíam o hábito de realizar tarefas propostas no ambiente de educação à distância (EAD), à utilização de materiais multimídia durante as aulas e outros procedimentos utilizados pelo docente em sua prática. A utilização dos vídeos se deu ao longo de todo o trimestre e em quase todas as aulas em que os conteúdos foram discutidos. No total foram 40 encontros durante o trimestre de aplicação da proposta, incluindo-se as atividades avaliativas, exames, simulados, resolução de exercícios, aulas de laboratório, recuperações, etc., as atividades com os vídeos foram realizadas em 21 oportunidades. Ao final do trimestre, incluiu-se uma atividade em que os alunos deveriam produzir um vídeo de uma experiência relacionada ao conteúdo do trimestre, acompanhado de uma breve explicação do fenômeno físico envolvido. Esta atividade serviu como parte da avaliação do trimestre. Os critérios para avaliação da atividade em que os estudantes produziram o vídeo foram: roteiro, abertura, clareza na explicação, nível de abrangência, linguagem, referências.

A proposta didática foi implementada com três turmas do 2º ano do Ensino Médio da Escola Fundação Evangélica em Novo Hamburgo, entre setembro a dezembro do ano de 2012. Em cada uma das turmas havia três aulas de Física por semana. Ao longo do desenvolvimento da proposta, sempre que se percebia algo nos vídeos que pudesse ser melhorado ou corrigido, era feita a sua reedição no intervalo entre as apresentações. Por exemplo, se na segunda-feira fosse apresentado um determinado vídeo a uma das turmas, na quarta-feira, quando este vídeo fosse apresentado à outra turma ele teria sido reeditado de forma a melhorar a apresentação, corrigir o tempo de exibição de uma legenda, acrescentar ou retirar uma legenda, etc.

A seguir é apresentado um relato da utilização dos vídeos nas aulas ao longo de todo o 3º trimestre do ano de 2012. O uso dos vídeos será relatado na sequência em que foram utilizados, em acordo com a estrutura e denominação que consta no livro texto¹⁶ utilizado pelos alunos.

5.1 Termometria

Na aula inicial do trimestre foram apresentados os conteúdos que seriam desenvolvidos ao longo do trimestre. A seguir fez-se uso do vídeo “Centelha de palha de aço (Vídeo 1)” e do roteiro de atividades (Seção A.1.2 do Apêndice A), tendo por objetivo ressaltar a importância dos conceitos de calor e de temperatura. Após os estudantes responderem as questões do roteiro, foi exibido o vídeo “Centelha de palha de aço (Vídeo 2)”. O vídeo foi utilizado como elemento motivador, para despertar o interesse dos estudantes para os conceitos que seriam abordados ao longo do trimestre. Nestas

¹⁶Livro texto: BONJORNO, J. R. *et al. Física*. 1.ed. São Paulo: FTD, 2010. v.2. 416p.

aulas os conteúdos abordados foram temperatura, equilíbrio térmico, escalas de temperatura, zero absoluto, medidas de temperatura e relação entre as escalas termométricas.

5.2 Calorimetria

Na segunda semana de aplicação da proposta didática os conteúdos a serem abordados eram calor, calor sensível, calor latente, calor específico, capacidade térmica, equação fundamental da calorimetria e trocas de calor. Após a discussão do conceito de calor específico fez-se uso do vídeo “Calor específico do óleo (Vídeo 1)” juntamente com o Roteiro de atividades (Seção A.2.2 do Apêndice A). O objetivo foi propor uma atividade na qual os estudantes deveriam calcular o calor específico do óleo a partir de dados retirados do vídeo. Após a realização da atividade foi exibido o vídeo “Calor específico do óleo (Vídeo 2)” que contém respostas para as questões do roteiro. A seguir, exibiu-se a tabela com valores de calor específico de diversas substâncias.

Nesta semana foram utilizados os vídeos da série “Capacidade térmica da água (Vídeo 1)” e o respectivo roteiro de atividades para fomentar a discussão dos conteúdos. Na atividade o objetivo era reforçar o conteúdo estudado e propor uma atividade na qual os estudantes calculavam a temperatura final de uma porção de água de 200 ml quando a porção de 100 ml estivesse na temperatura de 53°C. Após a realização da atividade com os roteiros, exibiu-se o vídeo “Capacidade térmica da água (Vídeo 2)”, possibilitando aprofundar a discussão dos conceitos de capacidade térmica e calor específico.

Como forma de preparar os estudantes para o conteúdo da semana seguinte, mudanças de fase, optou-se por propor uma atividade que seria realizada a distância, pelo ambiente EAD da escola. A tarefa consistiu em assistir ao vídeo “Água fervendo (Vídeo1)” e responder o roteiro de atividades. Tendo em vista que o conteúdo sobre mudanças de estado físico já havia sido abordado com este mesmo grupo de estudantes na 8ª série, optou-se por fazer, inicialmente, uma atividade à distância de forma a relembrar o conteúdo para, posteriormente, abordar o assunto de forma mais aprofundada em classe.

5.3 Mudanças de fases

Na terceira semana de utilização dos vídeos, em sala de aula, o tema previsto era mudanças de fases e os conteúdos abordados foram: fases da matéria, fusão, solidificação, influência da pressão nas mudanças de fase, vaporização (evaporação, ebulição, calefação), diagrama de fases, pressão de vapor e calor latente.

Iniciaram-se as atividades exibindo o vídeo “Água fervendo (Vídeo 2)” que apresenta respostas para as questões do Vídeo 1 e que tinham sido previamente respondidas pelos estudantes na atividade EAD. A seguir, exibiu-se o vídeo “Água fervendo em baixa pressão (Vídeo 1)” acompanhado da resolução das questões do roteiro como forma de motivar os estudantes para o estudo dos conceitos propostos para aquela semana de atividades. Após a discussão dos conceitos exibiu-se o vídeo “Água fervendo em baixa pressão (Vídeo 2)” de forma a ilustrar o conteúdo discutido e a promover uma nova discussão acerca do mesmo.

Na mesma aula exibiu-se o vídeo “Experimento de Tyndall (Vídeo 1)”, também acompanhado da resolução do respectivo roteiro. Nestes vídeos o objetivo era reforçar os conteúdos discutidos e exemplificar a influência da pressão na mudança de estado físico. Após os roteiros serem

respondidos pelos alunos, exibiu-se o vídeo “Experimento de Tyndall (Vídeo 2)”, discutindo com os estudantes os fenômenos físicos observados.

5.4 Transmissão de calor

Nesta quarta semana o tema desenvolvido foi transmissão de calor, abordando-se o tópico tipos de transmissão de calor (condução, convecção e irradiação).

Como forma de motivação dos estudantes no estudo dos conceitos relacionados à transmissão térmica, optou-se por uma atividade extraclasse, através do ambiente EAD, na qual os estudantes deveriam assistir ao vídeo “Temperatura em diferentes partes do martelo (Vídeo 1)” e responder o roteiro de atividades antes da aula presencial. No início da aula presencial, após uma breve revisão dos conteúdos já estudados, fez-se a explanação dos conteúdos relacionados à transmissão térmica. A seguir exibiu-se o vídeo “Temperatura em diferentes partes do martelo (Vídeo 2)”, apresentando as respostas às questões propostas no roteiro, promovendo a discussão dos conteúdos com os estudantes.

Para discutir o conteúdo sobre condução de calor, os estudantes assistiram ao vídeo “Bons e maus condutores de calor (Vídeo 1)” acompanhado da resolução do roteiro de atividades que leva à discussão de quais materiais são bons condutores e quais são maus condutores de calor. Após a resolução do roteiro, seguido de uma discussão entre os estudantes, mediada pelo professor, exibiu-se o vídeo “Bons e maus condutores de calor (Vídeo 2)”.

Como forma de discutir as diferenças macroscópicas da condução térmica em diferentes metais, exibiu-se o vídeo “Condução térmica em metais (Vídeo 1)”, acompanhado da resolução do roteiro de atividades. Após a exibição do vídeo estabeleceu-se uma discussão acerca do uso de diferentes materiais em diferentes utensílios domésticos, como espetos, panelas, etc. A seguir exibiu-se o vídeo “Condução térmica em metais (Vídeo 2)”, que apresenta ao final os valores da condutividade térmica de cada um dos metais envolvidos na demonstração.

Para a discussão de um modelo molecular para sólidos, líquidos e gases, utilizou-se os vídeos da série “Difusão molecular”, tendo por objetivo promover uma discussão acerca do movimento das moléculas em líquidos e de um modelo molecular para eles. Para a discussão do conteúdo de transmissão de calor por convecção, foram utilizados dois vídeos, “Correntes de convecção no ar” e “Correntes de convecção na água”, juntamente com os respectivos roteiros de atividades que acompanham os vídeos.

Outro conteúdo abordado, utilizando-se os vídeos, foi o ponto de fusão da água e as correntes de convecção em líquidos. Para isto utilizou-se inicialmente o vídeo “Fusão do gelo (Vídeo 1)”, juntamente com o roteiro de atividades, cujo objetivo era promover uma discussão acerca do ponto de fusão da água e da formação das correntes de convecção.

Como forma de promover a discussão sobre as formas de transmissão de calor em diferentes substâncias utilizou-se o vídeo “Água como transmissora de calor (Vídeo 1)”, juntamente com o roteiro de atividades, e, a seguir, exibiu-se o vídeo “Água como transmissora de calor (Vídeo 2)”, que apresenta legendas que podem facilitar a explicação dos fenômenos envolvidos pelo professor.

5.5 Dilatação térmica

O conteúdo previsto para a semana era a dilatação térmica, mais especificamente, dilatação térmica dos sólidos, (linear, superficial e volumétrica), dilatação térmica dos fluidos e da água. Para promover a discussão acerca dos conceitos envolvidos nestes conteúdos fez-se uso, inicialmente, do vídeo “Dilatação linear (Vídeo 1)”, exibido após a discussão dos conceitos de tamanho inicial de um objeto, coeficiente de dilatação do material, etc. Exibiu-se o Vídeo 1 fazendo-se uso do roteiro de atividades no qual os estudantes deveriam, a partir dos dados apresentados no vídeo, calcular o coeficiente de dilatação térmica de uma barra de alumínio. Após a resolução do roteiro pelos estudantes, exibiu-se o Vídeo 2, contendo respostas para as questões apresentadas no roteiro.

O vídeo “Lâmina “bimetálica” (Vídeo 1)” e o roteiro de atividades foram disponibilizados no ambiente EAD para os alunos como tarefa extraclasse. Com este vídeo o objetivo era discutir o comportamento e aplicação dos princípios físicos envolvidos em uma lâmina bimetálica. O conceito de coeficientes de dilatação térmica dos materiais também foi abordado. Na aula seguinte foi exibido o vídeo “Lâmina “bimetálica” (Vídeo 2)” como forma de promover o debate com todo o grupo de estudantes.

Para a discussão dos conceitos envolvidos na dilatação térmica superficial, fez-se uso do vídeo “Anel de Gravesande”, juntamente com o roteiro de atividades, tendo como objetivo propor uma discussão acerca do comportamento das dimensões do orifício em uma chapa metálica quando esta é aquecida. Fez-se também uma relação com o comportamento de outros corpos, tais como as variações nas dimensões de uma chave e da fechadura, por exemplo. O vídeo do experimento mostrou-se bastante eficaz, tendo em vista que a previsão do comportamento das dimensões do orifício da chapa metálica contradisse a intuição da grande maioria dos alunos.

Para a discussão do conteúdo que envolvia os conceitos de dilatação térmica volumétrica, fez-se uso dos vídeos “Dilatação dos gases” e “Dilatação volumétrica”, juntamente com os respectivos roteiros de atividades. Buscou-se a promoção de uma aprendizagem significativa acerca do modelo molecular dos gases e de um modelo para explicar a dilatação térmica volumétrica.

Utilizou-se também o vídeo “Balão na chama da vela (Vídeo 1)” juntamente com o roteiro de atividades e o vídeo “Balão na chama da vela (Vídeo 2)” para revisar os conteúdos de transmissão de calor, mudança de fase e calorimetria, além dos conteúdos descritos na seção 5.1 (Termometria).

5.6 Estudo dos gases

O estudo dos gases era o conteúdo previsto para as aulas da sexta semana, abordando, variáveis de estado, gás ideal, transformações gasosas (isotérmicas, isobáricas, isovolumétricas), equação geral dos gases ideais, transformações adiabáticas e lei de Avogadro. O vídeo sobre transformações adiabáticas foi o único utilizado para promover a discussão acerca destes conteúdos. O objetivo deste vídeo era propor uma atividade em que o estudante deveria calcular a pressão a que o gás está submetido dentro da seringa.

5.7 Termodinâmica

Os conteúdos abordados nestas aulas foram as transformações reversíveis e irreversíveis, o trabalho nas transformações cíclicas, as leis da termodinâmica, as máquinas térmicas, o ciclo de Carnot, o rendimento e a entropia. O vídeo “Fenômenos reversíveis e irreversíveis” foi utilizado

inicialmente para ilustrar o conteúdo. Este vídeo não possui guia de atividades. Utilizou-se o vídeo “Máquina térmica” quando da discussão acerca de rendimentos de máquinas térmicas juntamente com o roteiro de atividades, buscando estabelecer uma discussão acerca dos conceitos de fonte fria, fonte quente e propor uma atividade envolvendo o cálculo do rendimento teórico máximo para a máquina térmica que aparece no vídeo. O vídeo “Gelo derretendo” foi utilizado para ilustrar o conceito de entropia, não havendo roteiro de atividades para esta prática pedagógica.

Tabela 5.1: *Links* para os vídeos no canal institucional do Instituto de Física da UFRGS no *Youtube*.

NOME DO VÍDEO	Vídeo 1	Vídeo 2
Centelha de palha de aço	http://youtu.be/usNFkBZN73c	http://youtu.be/S03FrqYwA0k
Calor específico do óleo	http://youtu.be/7qeTGx9f_2I	http://youtu.be/tHUY-K_4HPM
Balão na chama da vela	http://youtu.be/Aa7Gge1p7Rs	http://youtu.be/sGwkWFOgyuY
Capacidade térmica da água	http://youtu.be/7JFEj3CqqVg	http://youtu.be/Vj87192bseE
Transformações adiabáticas	http://youtu.be/Eko8w_ ausPM	http://youtu.be/obJkznOfmxo
Água como transmissora de calor	http://youtu.be/qGI8ruBxfSY	http://youtu.be/U7BqIXItl8I
Bons e maus condutores de calor	http://youtu.be/AOb8vxwFv-0	http://youtu.be/-LdTJP4UtpA
Condução térmica em metais	http://youtu.be/bKQxYPJtKZ8	http://youtu.be/We1Se8Amy0g
Correntes de convecção no ar	http://youtu.be/DKy1CESqVA0	http://youtu.be/lwAGZ6g4gmY
Correntes de convecção na água	http://youtu.be/13zZsRWrvSk	http://youtu.be/u--mFMUEaGQ
Temperatura em diferentes partes do martelo	http://youtu.be/zSFhsub3src	http://youtu.be/YQwVVm_Ptsg
Anel de Gravesande	http://youtu.be/ZpECJNPGUkM	http://youtu.be/H523Yqbyc-s
Difusão molecular	http://youtu.be/L-zX3rYKj3s	http://youtu.be/Cmm4YslrgO4
Dilatação dos gases	http://youtu.be/D9vbPbH3Bu4	http://youtu.be/OpJR6N8PR_w
Dilatação linear	http://youtu.be/rTuASclnc3k	http://youtu.be/JoYkzWxs4Tg
Dilatação volumétrica	http://youtu.be/YNUQWE7mu_M	http://youtu.be/LnohD1uy9ml
Lâmina “bimetálica”	http://youtu.be/XLaZ2k5jeo4	http://youtu.be/Dr4wtWdr2yU
Fenômenos reversíveis e irreversíveis	http://youtu.be/F0BAVIVf4o	
Gelo derretendo	http://youtu.be/GxtWYLBd5FM	
Máquina térmica	http://youtu.be/UIX9xMyzd2k	
Água fervendo	http://youtu.be/Jm9VwSFzNzw	http://youtu.be/wT-zmm1NIb8
Água fervendo em baixa pressão	http://youtu.be/F-IM7VqCBaE	http://youtu.be/-QmaDF3zeYc
Experimento de Tyndall	http://youtu.be/6t-fFPGH9TY	http://youtu.be/g3xN-omx4b4
Fusão do gelo	http://youtu.be/AJyKBu2QICU	http://youtu.be/rvMisV_gbrA

Na Tabela 5.1 são apresentados os *links* dos vídeos disponibilizados no canal do Instituto de Física da UFRGS no *Youtube*¹⁷. Estes links podem ser disponibilizados aos estudantes para a realização de uma tarefa extraclasse ou exibidos diretamente pelo professor em sala de aula além de outras atividades que o docente deseje realizar. Os vídeos estão licenciados com o *CreativeCommons*¹⁸ com as seguintes especificações: CC, BY, NC, ND.



Figura 52: Licença *creativecommons* presente nos vídeos.

Esta licença permite a redistribuição, o *download* das obras licenciadas e o seu compartilhamento (CC), contanto que o autor seja mencionado (BY), mas sem a permissão para a modificação da obra (ND), nem sua utilização para fins comerciais (NC).

No próximo capítulo serão descritas a avaliação tanto dos estudantes durante a aplicação do material didático, quanto da própria proposta didática.

¹⁷[youtube.com/institutodefisica](https://www.youtube.com/institutodefisica).

¹⁸<http://creativecommons.org.br/>.

CAPÍTULO 6 - AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES E DA PROPOSTA DIDÁTICA

A avaliação dos estudantes foi feita continuamente ao longo das aulas e mensalmente pelo PAS (Programa de avaliação sistemática) promovido pela Escola. O PAS envolve todos os componentes curriculares. Cada professor elabora 5 questões de múltipla escolha nos moldes do vestibular de nossa região, com os conteúdos trabalhados durante o trimestre com cada turma e no mesmo dia e horário todos os estudantes respondem às questões de todas as disciplinas. Além destas, a avaliação final dos estudantes na disciplina de Física se deu através de uma prova ao final do trimestre. Como instrumento de avaliação dos estudantes também foi proposta uma atividade na qual os alunos, organizados em grupos de até 3 pessoas, deveriam produzir um vídeo de um experimento de Física Térmica. O experimento era de livre escolha do grupo, desde que, não fosse repetido por mais de um grupo da mesma turma. Os critérios de avaliação foram: roteiro, abertura, realização do experimento, explicação, referências. Quanto a avaliação da proposta didática esta se deu através das respostas dos alunos ao “Questionário de avaliação da proposta” (disponível no Apêndice B).

6.1 Resultados da avaliação dos estudantes

Pelos critérios da Escola o conceito atribuído a cada estudante no PAS é a soma dos dois melhores desempenhos individuais de um total de 3 avaliações. Esta avaliação compõe 1/3 da nota final do trimestre. Outro terço da nota é atribuído com base nos trabalhos realizados durante o trimestre. Durante a realização do trabalho aqui relatado a atividade com o vídeo realizado pelos alunos também integrou esse terço da nota do trimestre. O restante da nota é referente à nota da prova trimestral. No terceiro trimestre durante a aplicação da proposta didática, dos 99 alunos 90 obteve uma nota igual ou superior a média do trimestre. Este desempenho foi bastante satisfatório se comparado com o primeiro trimestre quando 68 alunos haviam obtido nota acima da média e 74 alunos no segundo trimestre. Em parte este desempenho se deve ao trabalho com os vídeos, mas foi fundamental o maior esforço por parte dos estudantes, visto que o último trimestre tem um peso maior na nota final do ano e um bom desempenho neste trimestre leva a uma aprovação sem a necessidade da recuperação final. Não se tem informações acerca do desempenho de outros grupos anteriores de estudantes desta mesma Escola com este mesmo conteúdo, visto que este foi o primeiro ano que o autor era docente nesta instituição.

Com base na experiência profissional do autor pode-se assegurar que o trabalho com os vídeos em sala de aula proporciona um ambiente muito mais favorável à aprendizagem, visto que o uso de vídeos cria um ambiente no qual os estudantes se sentem instigados a buscar respostas às questões propostas. Também constatou-se que o uso do vídeo ilustra de forma mais concreta o discurso do professor, principalmente se esta atividade for complementada com o uso de outros recursos educacionais, tais como: demonstrações, simulações, sons, imagens, atividades que envolvem a participação dos estudantes, proporcionando nos discentes uma melhor predisposição para o entendimento do conteúdo proposto.

Como parte das atividades relacionadas aos trabalhos realizados pelos alunos foi proposto que fosse realizado um experimento e este gravado em vídeo pelos estudantes, o vídeo deveria estar

relacionado ao conteúdo abordado no trimestre, acompanhado de uma breve explicação. O material produzido poderia ser postado diretamente no ambiente *Moodle* mantido pela escola ou postado em um canal de vídeos, neste último caso o respectivo endereço deveria ser disponibilizado no ambiente do EAD da Escola (Figura 6.1). Esta atividade se mostrou muito frutífera e envolvente para os alunos, visto que quase a totalidade dos estudantes produziu um vídeo e se empenhou para a boa realização da tarefa.

Tópico	Autor	Comentários
Vídeo correto da experiência	[Redacted]	7
caldeirinha	[Redacted]	4
Vídeo do experimento	[Redacted]	6
vídeo	[Redacted]	2
Vídeo da Experiência	[Redacted]	3
Vídeo	[Redacted]	5
Vídeo	[Redacted]	6
Vídeo	[Redacted]	5
Vídeo do experimento	[Redacted]	6
vídeo	[Redacted]	4
Vídeo da experiência	[Redacted]	3
Vídeo do experimento	[Redacted]	2
fases da água	[Redacted]	1

Figura 6.1: Captura de tela do ambiente EAD da Escola, *Moodle*, onde as tarefas foram postadas.

A escolha do experimento que seria gravado em vídeo era livre, desde que estivesse relacionada com o conteúdo de Física Térmica e não poderia ser repetida por mais de um grupo. Para isto, os grupos postavam em um fórum de discussão do ambiente *Moodle*, visível a todos os membros. Uma pequena descrição do vídeo que seria produzido acompanhava a postagem. A proposta deveria ser aprovada pelo professor, só após a sua aprovação, iniciava-se o trabalho de confecção do vídeo.

No ambiente EAD, havia um espaço para dúvidas e esclarecimentos, sendo que todos poderiam perguntar e responder. O espaço do ambiente onde eram postados os vídeos era visível a todos os membros do grupo, assim, todos poderiam ver e comentar o trabalho dos colegas.

Os vídeos produzidos pelos alunos estão listados abaixo. Salienta-se que o gerenciamento dos vídeos ficou a cargo dos estudantes e possivelmente alguns não estejam mais disponíveis. Cabe esclarecer também que os vídeos foram postados neste sítio por iniciativa dos próprios alunos-autores. Abaixo estão listados os vídeos que estavam disponíveis em 01 de março de 2014.

<http://www.youtube.com/watch?v=GonygDWNpzc&feature=plcp>

<http://youtu.be/IDkn6fjw6Cw>

<http://www.youtube.com/watch?v=T8ZN9atDoiw&feature=plcp>

http://youtube.com/watch?v=XCr_Fd_gjrE

http://www.youtube.com/watch?v=mO4Q_udfju4&feature=youtu.be

<http://www.youtube.com/watch?v=3OJSfhvOMo0>

http://www.youtube.com/watch?v=djJpl67_oRg

http://youtu.be/vxiLd9UI_11

<http://www.youtube.com/watch?v=et6SrxQC8tQ>
<http://www.youtube.com/watch?v=LHuv6OrvIVQ>
http://www.youtube.com/watch?v=c_mHrb1X_f8&feature=g-upl
http://www.youtube.com/watch?v=yeC9vGSI_4I&feature=youtu.be
<http://www.youtube.com/watch?v=k2CnXYA9q0I&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=gZK9Di39q1U&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=T8ZN9atDoiw&feature=plcp>
<http://www.youtube.com/watch?v=yNjBhVvEMZM&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=42WOqTowPpY&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=Vcwum7gQTs&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=-2K2RElgawo&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=xJvXqLL8kIE&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=sROA3HOCDhs&feature=youtu.be>
http://www.youtube.com/watch?v=__7PoZ_Im0s&feature=youtu.be
<http://www.youtube.com/watch?v=tyR5zwcvhrs>
<http://www.youtube.com/watch?v=BO4moiTel5U&feature=youtu.be>
http://www.youtube.com/watch?v=qFINFiqaMjs&feature=player_embedded
http://www.youtube.com/watch?v=iyxdA_znp7Y&feature=plcp
<http://www.youtube.com/watch?v=nVEyliVrttk&feature=g-upl>
<http://youtu.be/-2N7WaBVhso>
<http://youtu.be/GawJUHyYpYY>
http://www.youtube.com/watch?v=BjRyFqDL5_A&feature=youtu.be
<http://www.youtube.com/watch?v=d3NX9Uufdzk>
<http://www.youtube.com/watch?v=lpLJ1UFbT1A&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=VDRWw4Y-yc&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=fvtu5ysDonc&feature=youtu.be>
http://www.youtube.com/watch?v=Z_1JmCoj2Fk&feature=youtu.be
<http://www.youtube.com/watch?v=cmr9E6aSlJw&feature=plcp>
<http://www.youtube.com/watch?v=soTZMZNNarM&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=GXsMtmiZRqQ&feature=youtu.be>
http://www.youtube.com/watch?v=snlwuxYt_Zk&feature=youtu.be
<http://www.youtube.com/watch?v=JXbrA8G5gvk&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=CUEBXoUTdzQ&feature=youtu.be>
<http://www.youtube.com/watch?v=QHfMUsnshE0&feature=plcp>

Através da observação dos vídeos produzidos pelos estudantes, pode-se perceber que eles se reuniam em grupos em diversos locais e discutiam a Física de forma conceitual. Percebe-se que muitos dos experimentos foram realizados em ambientes domésticos, o que é de grande valia, pois a atividade cumpre o seu papel de relacionar os conteúdos de sala de aula com o cotidiano dos estudantes. Os critérios para avaliação do vídeo final não se baseava em detalhes técnicos ou explicações rigorosamente corretas, mas na presença dos elementos obrigatórios (roteiro, abertura,

experimento, explicação, referências), mas principalmente em todo o envolvimento do grupo na produção da tarefa.

6.2 Resultados da avaliação da proposta didática

Ao final do trimestre foi entregue aos 99 alunos o questionário de avaliação da proposta didática (Apêndice B) com o objetivo de avaliar a aceitação da estratégia de ensino empregada, a metodologia desenvolvida e as atividades realizadas. Buscaram-se também, sugestões de melhorias em futuras aplicações da proposta didática. Este questionário foi respondido de forma anônima pelos alunos antes da prova final.

A seguir, é apresentada a análise dos resultados obtidos a partir das respostas dos 99 estudantes.

1. Você gosta de aprender Física?

- a) Sim
- b) Não
- c) Depende do conteúdo

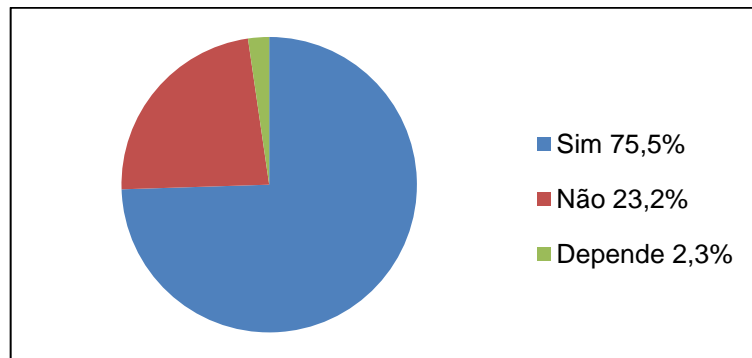


Figura 6.2: Gráfico representativo do percentual das respostas da questão 1 do questionário.

A maioria dos respondentes afirmou gostar de estudar Física, conforme mostrado no gráfico apresentado na Figura 6.1, que apresenta o percentual de respostas para cada alternativa dessa questão do questionário. Uma pequena parcela respondeu dizendo que dependia do conteúdo. Esta alternativa não fazia parte do questionário inicial, em uma futura aplicação da proposta ela deverá ser incluída, visto que ela esteve presente em uma parcela das respostas. O resultado se mostra surpreendente, tendo em vista que a maioria dos respondentes afirmava não gostar de Física e de nenhuma das disciplinas da área das exatas, quando questionados após o 1º ano do Ensino Médio, muitas vezes, mostrando-se resistentes aos conteúdos.

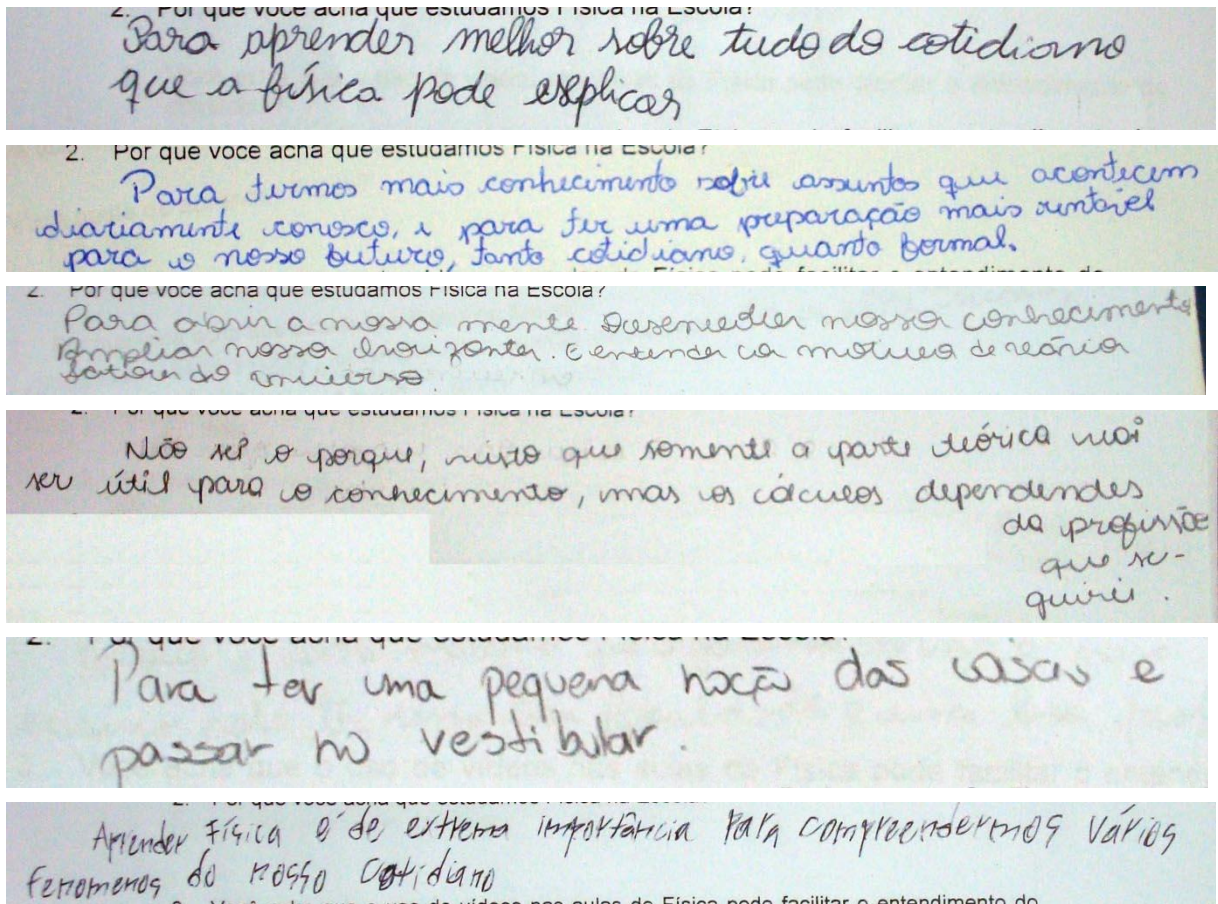
2. Por que você acha que estudamos Física na Escola?

Abaixo se apresentam algumas respostas dos estudantes retiradas dos questionários.

2. Por que você acha que estudamos Física na Escola? Porque é importante para compreender o mundo à nossa volta

Porque adquirimos conhecimento geral e nos tornamos pessoas mais interessantes.

PARA ENTENDER UM POUCO SOBRE O UNIVERSO E SUAS LEIS



Este conjunto de respostas expressa, de maneira geral, a opinião acerca da importância de se estudar Física no Ensino Médio. É notória a preocupação dos estudantes em obter sucesso no concurso vestibular. Tal se deve à proximidade da prova de ingresso no ensino superior. Os estudantes desta escola são, em geral, de classe média alta, tendo em suas famílias muitos membros com curso superior ou com pais que, de um modo geral, desejam que o filho ingresse em um curso superior. É, portanto, compreensível a preocupação em ingressar em uma universidade de prestígio e em uma carreira de destaque.

Muitos estudantes deixam transparecer em suas respostas que a Física é capaz de explicar tudo, sendo que outros compreendem que o conhecimento é uma construção humana e que está sujeito a modificações, correções, adaptações, etc. Muitos estudantes conseguem relacionar o conteúdo abordado em aula com fenômenos do cotidiano, em parte, o sucesso desta conquista se deve ao trabalho com os vídeos, mas em grande parte, se deve ao trabalho dos demais docentes da Escola e a constante preocupação da entidade em capacitar seres humanos para enfrentar os desafios, propondo atividades que não se limitam ao ambiente escolar. A Escola onde foi aplicada esta proposta mantém continuamente projetos sociais nos quais os estudantes fazem trabalhos como coleta de lixo, manutenção de jardins, auxílio em creches e asilos. Esta prática contribui para uma visão de mundo mais abrangente de professores e alunos.

3. **Você acha que o uso de vídeos nas aulas de Física pode facilitar o entendimento do conteúdo?**
 - a) **Sim, facilita muito.**

- b) Não facilita e nem dificulta.
- c) Ajudou para a compreensão dos conceitos.
- d) Ajudou a decorar as fórmulas.
- e) Não facilita.

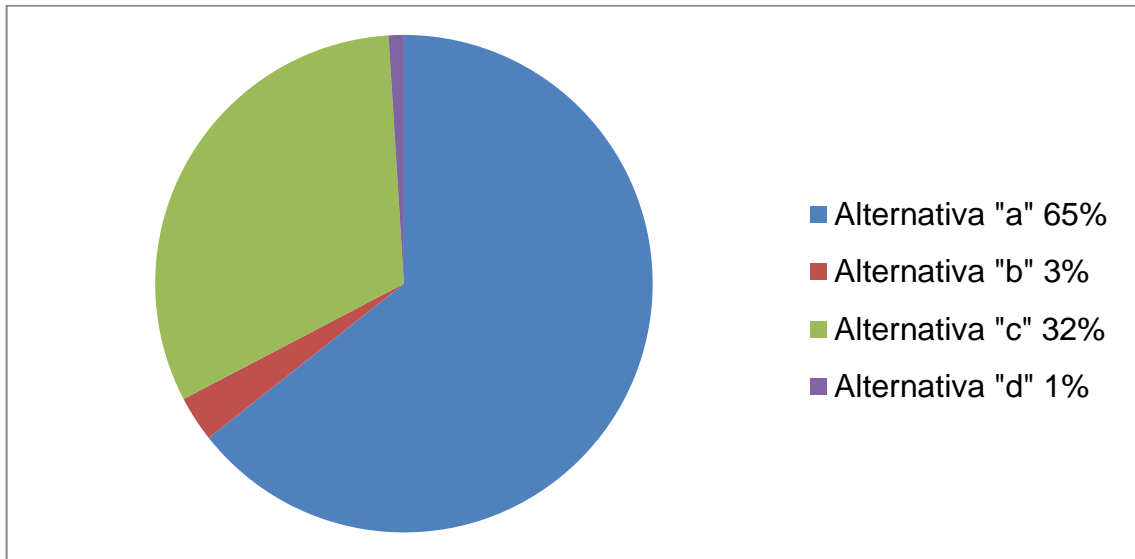


Figura 6.3: Gráfico representativo do percentual das respostas da questão 3 do questionário.

A grande maioria dos estudantes concorda que o uso de vídeos que contenham experimentos relacionados ao conteúdo contribui para a aprendizagem. O baixo número de respondentes que optaram pelas alternativas “b” ou “d” indica que a metodologia utilizada foi bem aceita pelos alunos. Nenhum dos respondentes optou pela alternativa “e”. A figura 6.3 apresenta um gráfico representativo das respostas dos alunos à questão 3.

4. Você acha que os vídeos feitos a partir de situações reais demonstram que a Física está presente no nosso cotidiano?

4. Você acha que os vídeos feitos a partir de situações reais, demonstram que a Física está presente no nosso cotidiano?

Sim, com os vídeos demonstrando a física no cotidiano nós fazemos a perceber mais sobre isso em casa

Sim, e isso ajuda no entendimento

Sim, até em coisas que nem imaginávamos.

Sim, quanto mais experiência do cotidiano, mais fácil é a compreensão e interesse em física

esta presente no nosso cotidiano?

Sim, deixa claro que a física quase sempre está apresentada no cotidiano.

esta presente no nosso cotidiano?

Sim, pois assim podemos perceber as tantas coisas e situações que ocorrem ao decorrer do dia a dia conosco, e com os vídeos vemos e temos a melhor compreensão das experiências.

esta presente no nosso cotidiano?

Sim, pois assim percebemos o que acontece no lugar onde vivemos.

esta presente no nosso cotidiano?

Sim, é uma ótima forma de demonstrar

esta presente no nosso cotidiano?

Sim, o que torna física interessante

esta presente no nosso cotidiano?

Sim, tem aspectos que eu não sabia e que fizemos no dia a dia

esta presente no nosso cotidiano?

Sim, pois podemos ver exemplos práticos e não só teoria

esta presente no nosso cotidiano?

Sim, muitas vezes não percebemos que a Física está presente no dia-a-dia, e os vídeos nos mostram a sua presença.

Nenhum estudante respondeu que não vê relação entre o conteúdo de Física térmica apresentado em sala de aula e o seu cotidiano, em parte, podemos atribuir estas respostas ao trabalho proposto em forma de vídeo como forma de avaliação parcial. Cabe ressaltar que o professor tem papel fundamental para estabelecer uma mediação entre as apresentações em vídeo e a discussão do conteúdo, procurando relacioná-los com outros exemplos encontrados no dia a dia dos estudantes. Para isto é fundamental conhecer, ainda que minimamente, o contexto social em que estes estudantes estão inseridos.

As questões 5,6 e 7 procuram avaliar aspectos práticos relacionados à forma como os vídeos foram apresentados tendo em vista a utilização do projetor, a localização na sala, o ambiente da sala de aula, o momento em que foram apresentados e o nível de exigência nas avaliações.

5. Para a forma como os vídeos foram apresentados.

97 dos 99 respondentes deram nota 10 para a forma e o momento da apresentação que os vídeos foram apresentados. Com elogios à qualidade da produção dos vídeos principalmente. Em outras Escolas, no qual o docente teve oportunidade de desempenhar sua atividade profissional, o uso de vídeos é comum, principalmente nas aulas de Idiomas ou em Biologia, História, Geografia, Sociologia, Filosofia e História, mas o uso de vídeos, pelos docentes, em aulas de Física é muito

reduzido na maioria das escolas, principalmente pelas dificuldades em encontrar material de baixo custo e com qualidade visual e conceitual.

6. Para a estrutura física disponível.

Novamente, 97 respondentes atribuíram nota 10 para a estrutura disponibilizada pela escola para a implementação da proposta didática. A estrutura utilizada em sala de aula consistia, basicamente, de um computador (pessoal), uma mesa comum de sala de aula e um projetor. Isto mostra que não é necessário um investimento de grande monta, por parte da instituição de ensino, para que o professor possa utilizar os vídeos nas aulas.

7. O nível de exigência das provas, trabalhos, PAS, etc. estão de acordo com o conteúdo estudado?

Os estudantes, de modo geral, tendem a reclamar do nível de exigência nas avaliações, entretanto, não foi o que se constatou com estas turmas, talvez pelo grande envolvimento das famílias com o ambiente escolar, visto que se trata de famílias de classes média e alta, mas, percebe-se, pela experiência do professor, que muito se deve ao trabalho desenvolvido com os vídeos e os roteiros de atividades, visto que as atividades em sala de aula se mostraram mais atrativas, facilitando a concentração da maioria dos estudantes, ajudando também a manter as conversas paralelas em níveis aceitáveis ou, em muitas oportunidades, inexistentes. 90 respondentes atribuíram nota 10 para esta questão.

A questão 8 consistia em um espaço destinado ao livre comentário dos estudantes, visando buscar um retorno sobre o trabalho desenvolvido durante o ano, mais especialmente das atividades do terceiro trimestre.

8. Faça aqui seu comentário (caso queira contribuir) sobre as atividades desenvolvidas ao longo do ano, será muito importante para nós tal manifestação e poderá resultar em uma melhoria no ensino para os próximos anos.

Algumas dos comentários são apresentados abaixo.

8. Faça aqui seu comentário (caso queira contribuir) sobre as atividades desenvolvidas ao longo do ano, será muito importante para nós tal manifestação e poderá resultar em uma melhoria no ensino para os próximos anos.

Acho que as atividades foram propostas de uma maneira mais fácil e prática, principalmente com a utilização de vídeos, espero que isso continue no próximo ano.

Gostei muito da apresentação dos aulas, principalmente dos vídeos e experimentos realizados juntos com o professor.

Gosto muito de pito que se tem os vídeos em aula e gostaria que tivesse mais trabalhos me qual os alunos fazem os vídeos.

Acho que deve ter mais trabalhos em grupos e nós mesmos executar algumas experiências em aula.

Gostei dos vídeos 😊

Foi o melhor método de física até hoje. Minha compreensão foi muito melhor.

uma melhoria no ensino para os próximos anos.

MUITO BOM OS VIDEOS UTILIZADO EM AULA.

uma melhoria no ensino para os próximos anos.

Espero que continue usando os vídeos é um bom jeito de aprender.

Esses comentários expressam, de maneira geral, a preocupação dos alunos com a nota, o que é compreensível, visto que este tema foi abordado no último trimestre do ano letivo. Nota-se também a boa receptividade para as atividades envolvendo os vídeos.

Alguns comentários sugerem a expectativa por mais atividades na qual os alunos participem na elaboração de demonstrações em vídeo em uma futura aplicação da proposta didática, esta também foi a nossa percepção, visto que o trabalho se mostrou motivador e envolvente, inclusive com a participação de familiares na produção, desempenhando trabalhos como auxiliares de gravação ou de facilitadores para aquisição ou empréstimo de materiais.

A seguir, são apresentadas as considerações finais deste trabalho de dissertação.

CAPÍTULO 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

É comum a apresentação do conteúdo de Física térmica ser baseada em um enfoque excessivamente matemático, sem levar os estudantes a refletirem sobre as aplicações destes conteúdos em seu cotidiano. Espera-se que o material instrucional desenvolvido neste trabalho de dissertação sirva de estímulo e fomento para uma abordagem mais conceitual, despertando nos estudantes o interesse pelo conteúdo.

Em grupos de estudantes de Ensino Médio é frequente a ocorrência de indivíduos de diferentes níveis intelectuais, que aprendem de diversas maneiras, alguns preferindo a leitura, enquanto outros preferem a explicação do professor e assim por diante. Também é comum encontrar um grupo de estudantes muito interessados e participativos que conseguem aprender independente do método utilizado pelo professor. Igualmente existem indivíduos que não estão interessados em estudar, que vão à escola por obrigação ou por vontade alheia, não aprendendo, então, independentemente do método ou da abordagem que o professor faça do conteúdo, qualquer que seja o conteúdo. Estes grupos de estudantes não são nosso público alvo principal, embora sempre se deseje que todos gostem se interessem e aprendam o conteúdo que se esteja abordando. O objetivo principal é facilitar a compreensão do grupo de estudantes intermediários, que necessitam ser estimulados adequadamente, que estão propensos à aprendizagem e que, se devidamente instigados, podem apresentar uma resposta mais satisfatória.

O planejamento e a execução dessa proposta, bem como a sua efetivação, embasados na abordagem de Joan Ferrés para a inserção do audiovisual em sala de aula e a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, foram idealizados de forma a estimular os estudantes por diversos meios de comunicação. Acredita-se que esta estratégia contribui para uma aprendizagem mais significativa e com uma maior retenção de significados. Os vídeos e as atividades associadas foram utilizados como apoio durante as aulas, como forma de ilustrar o conteúdo, para instigar a curiosidade, como organizador prévio apresentando um assunto previamente, como promotor da aprendizagem através da construção dos vídeos, e como facilitador na linguagem oral e escrita, em acordo com o referencial teórico.

Os objetivos pretendidos neste trabalho foram atingidos, em especial por aqueles estudantes do grupo intermediário, que demonstraram em suas respostas uma aprovação ao método de trabalho com exposição dos conteúdos na forma de atividades com vídeos. O uso de vídeos no Ensino de Física promove, estimula e fomenta uma abordagem mais conceitual do conteúdo a ser ministrado, despertando o interesse dos estudantes pela física e os fenômenos relacionados ao conteúdo. Alunos mais atentos e interessados, esta é sem dúvida a maior contribuição do material instrucional agregado aos vídeos desenvolvidos nesta dissertação de mestrado. Um discente predisposto a aprender é fundamental para o desenvolvimento do trabalho do professor. As aulas podem ser mais diversificadas e atrativas, neste ambiente “tecnológico” que os estudantes estão habituados, o uso de recursos diversos em sala de aula contribui para tornar a aula mais dinâmica, a prática docente pode ainda ser complementada com simulações, demonstrações, experimentos, sons e imagens, que se combinados podem produzir uma aprendizagem muito mais significativa. Os vídeos auxiliam como

promotor de discussões acerca do conteúdo, provocando conflitos cognitivos nos alunos, nestas discussões o professor pode atuar como um mediador, fazendo as perguntas certas e não apresentando as respostas corretas, deixando que os alunos cheguem a conclusões cientificamente aceitas por intermédio da mediação do professor. Os vídeos, realizados a partir de experimentos reais, facilitam o pensamento crítico, despertando no espectador o desejo, por uma explicação científica, que leve a resultados satisfatórios. A prática de exibir os vídeos para ilustrar o discurso do professor amplia e reforça conhecimentos e motivações, de forma que, provavelmente, não seriam possíveis com o simples relato de um experimento. As qualidades do educador, em apresentar os vídeos, estão diretamente relacionadas com a eficiência do processo, a habilidade de professor em promover discussões, em exibir os vídeos na hora adequada e de forma adequada, bem como de propor soluções para possíveis conflitos intelectuais além de buscar outros recursos educacionais que enriqueçam as suas aulas contribuem de modo significativo com a aprendizagem dos estudantes.

Com a disponibilização do material instrucional aqui desenvolvido busca-se também facilitar o trabalho de outros professores na sua procura por materiais potencialmente significativos. Apesar de a proposta contemplar apenas uma pequena parte do vasto conteúdo do Ensino Médio ela pode ser ampliada pelo autor ou por colaboradores que desejarem contribuir.

Para uma futura aplicação da proposta pretende-se ampliar o trabalho de criação de vídeos pelos estudantes, conforme sugerido pelos próprios alunos público-alvo desta aplicação. Uma alternativa que se apresenta é propor que os próprios alunos corrijam os vídeos feitos pelos colegas. Espera-se que este trabalho contribua para inserir o uso de vídeos e de outras tecnologias em sala de aula.

REFERÊNCIAS

AMORIN, J. A. Aula multimídia com aprendizagem significativa: o modelo de referências AMAS. *Revista Ibero-Americana de Educação*, Madrid, n. 56, p. 135-155, mai. 2011. Disponível em: <<http://www.rieoei.org/rie56a06.pdf>>. Acesso em: 17 mai.2014

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Estratégias de uso de objetos de aprendizagem. In: Mozart, Ângelo; Heidemann, Leonardo. *Mídias e Ferramentas Digitais no Ensino de Física*. Física para Educação Básica. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/midias/aula02.html>>. Acesso em: 02 jun. 2014

ARROIO, A.; GIORDAN, M.O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. *Revista Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 24, nov. 2006. Disponível em: <<http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/eqm1.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

AXT, R.; BRÜCKMANN, M. E. O conceito de calor nos livros de ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 128-142, ago. 1989. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/9805/9041>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J. *Física*. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. v.2. 448p.

BONJORNO, J. R. *et al. Física*. 1.ed. São Paulo: FTD, 2010. v.2. 416p.

CALLONI, G. J. *A física dos movimentos analisada a partir de vídeos do cotidiano do aluno: uma proposta para a oitava série*. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)-Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/28179/000769687.pdf?sequence=1>, 2010>. Acesso em: 02 jun. 2014.

CALOR ESPECÍFICO. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2013. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Calor_espec%C3%ADfico&oldid=37351133>. Acesso em: 17 mai. 2014.

CLEMES, G; FILHO, H. J. G; COSTA, S. Vídeo aula como estratégia de Ensino em Física. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE, 1., 2012, Criciúma. *Anais...* Criciúma: IFSC, 2012. p. 422-431. Disponível em: <<https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/viewFile/597/427>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

CONHEÇA A IENH. Novo Hamburgo, RS, 2011. Disponível em: <<http://www.ienh.com.br/4-conheca-a-ienh>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

FERRÉS, J. *Pedagogia dos meios audiovisuais e pedagogia com os meios audiovisuais*. In: Sancho, J. M. Para uma tecnologia educacional. Porto Alegre: Artmed, 2001. P. 127-155

_____. *Vídeo e educação*. (trad. LORENS, J. A.). Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 156p.

FRIEDRICH, I. I. H.; CONRADI, C. C. N. Uso e produção de vídeos nas aulas de história: limitações e possibilidades. In: PARANÁ. Portal Educacional do Estado do Paraná. Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2391-8.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

GASPAR, A. *Física 2*. 2. ed. São Paulo: Ática, 2011. v.2. 368p.

GONÇALVES, L. J. *Uso de animações visando a aprendizagem significativa de Física Térmica no ensino médio*. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)-Programa de Pós-graduação em Ensino de Física, Porto Alegre, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufrgs.br/da.php?nrb=000472616&loc=2005&l=013ba00bcea7db4f>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

- HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física*. 4.ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, v.2, 292p.
- HEWITT, P. G. *Física conceitual*. (trad. RICCI, T. F.; GRAVINA, M. H.). 9. ed. Porto Alegre: Artmed-Bookman, 2002. 686p.
- LEANDRO, A. Da imagem pedagógica à pedagogia da imagem. *Revista comunicação & Educação*, São Paulo, v. 7, n. 21, p. 29-36, 2001. Disponível em: <<http://www.revistas.univerciencia.org/index.php/comeduc/article/view/4158/3897>>. Acesso em: 02 jun. 2014.
- LUZ, A. M. R. da; ÁLVARES, B. A. *Curso de física*. 1. ed. São Paulo: Scipione, 2011. v.2. 360p.
- MAIZTEGUI, A. P.; SABATO, J. A. *Introducción a la Física*. Buenos Aires: Kapelusz, 1965.
- MORAN, J. M. Interferências dos meios de comunicação no nosso conhecimento. *Revista Brasileira de Comunicação*, São Paulo, v. 7, p. 36-49, jul/dez 1994. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/moran/interf.htm#audiovisuais>>. Acesso em: 02 jun. 2014.
- _____. *Desafios da televisão e do vídeo à escola*. Texto de apoio ao programa Salto para o Futuro da TV Escola no módulo TV na Escola e os Desafios de Hoje. São Paulo, 2002. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_educacao/desafio.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2014.
- _____. *Vídeos são instrumentos de comunicação e de produção*. Entrevista publicada no Portal do Professor do MEC em 06/03/2009. São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_educacao/videos.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2014.
- _____. *O vídeo na sala de aula*. *Revista Comunicação & Educação*. São Paulo, ECA-Ed. Moderna, p. 27 a 35, jan/abr 1995. Disponível em: <<http://www.revistas.univerciencia.org/index.php/comeduc/article/view/3927/3685>>. Acesso em: 02 jun. 2014.
- MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. 2 ed. São Paulo: E.P.U, 2011.
- OJEDA, J. G. R. *La Física es todo...!!! A divertirnos com Carlitos y su cama de clavos*. In: YOU TUBE. [Plataforma de vídeos]. San Bruno, CA, 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/user/UEBTorremar>>. Acesso em: 02 jun. 2014.
- PEREIRA, M. V. et al. Demonstrações experimentais de física em formato audiovisual produzidas por alunos do ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 28, n. 3: p. 676-692, dez. 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n3p676>>. Acesso em: 02 jun. 2014.
- PIETROCOLA, M. et al. *Física em contextos*. 1.ed. São Paulo: FTD, 2010.v.2, 496p.
- NAMEN, W.; SANTOS, G.; ANGELO, D. *Almanaque ciência em show*. 2. ed. São Paulo: Master Books, 2011. 112p.
- RAMALHO, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. *Os fundamentos da física*. 10 ed. São Paulo: Moderna, 2009. v.2. 512p.
- SANT'ANNA, B. et al. *Conexões com a física*. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2010. v.2. 448p.
- SILBINGER, L. N. O potencial educativo do audiovisual na educação formal. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 3., 2004, Covilhã. *Campos da Comunicação*. Covilhã: UBI, 2005. p. 375-381. Disponível em: <<http://www.bocc.ubi.pt/pag/silbinger-lara-potencial-educativo-audiovisual-educacao-formal.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

THE EALING CORP. *EalingFilm-Loops*. Estados Unidos da América, 1966. Acervo do Instituto de Física, UFRGS. Loop 1314 heat can do work.

THE EDUCATION GROUP. *The video encyclopedia of physics demonstration*. Califórnia, 1986. Disponível em: <<http://www.physicsdemos.com>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

UFMG. *Ponto ciência, várias experiências um só lugar*. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=647&BRINCANDO+COM+NITROGENIO+LIQUIDO+BALOES>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

UNEB. *A Física e o cotidiano*. Salvador, 2007. Disponível em: <<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/fisicaecotidiano/index.html>>. Acesso em 02 jun. 2014

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA. *Mundo Físico*. Joinville, SC, 2004-2012. Disponível em: <<http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/index.php?idSecao=2&idSubSecao=&idTexto=86>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

VALADARES, E. C. *Física mais que divertida*. 3. ed. Belo Horizonte/MG: UFMG, 2012. 328p.

VICENTINI, G. W. ; DOMINGUES, M. J. C. S. O uso do vídeo como instrumento didático e educativo em sala de aula. In: ENCONTRO NACIONAL DOS CURSOS DE GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, 19., 2008, Curitiba. [Anais]. Rio de Janeiro: ANGRAD, 2008. Disponível em: <<http://home.furb.br/mariadomingues/site/publicacoes/2008/eventos/evento-2008-09.pdf>>. Acesso em: 02 jun. 2014.

WAKE FOREST UNIVERSITY. Demo physics vídeo. Winston-Salem, 2014. Disponível em: <http://physics.wfu.edu/demolabs/demos/avimov/bychptr/chptr5_heat.htm#Temp>. Acesso em: 12 mai. 2014.

WHITE, R. T.; GUNSTONE, R. F. *Probing Understanding*. Grã-Bretanha: Falmer Press, 1992.

WILLEM'S GRAVESANDE. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2013. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Willem_'s_Gravesande>. Acesso em: 02 jun. 2014.

XAVIER, C.; BENIGNO, B. *Física aula por aula*. 1ed. São Paulo: FTD, 2010. V.2. 336p.

XAVIER, C. H. G.; PASSOS, C. M. B.; FREIRE, P. T. C.; COELHO, A. A. O uso do cinema para o Ensino de Física no Ensino Médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 5, n. 2, p. 93-106, 2010. Disponível em: <http://www.pucrs.br/famat/viali/tic_literatura/filmes/o_uso_do_cinema.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2014.

APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE A – DVD COM O MATERIAL INSTRUCIONAL¹⁹

¹⁹ Disponível em: http://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/n31_DeCarli/ Acesso em: 23 maio 2014.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

Questionário de avaliação da proposta²⁰



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física

Gostaríamos de ter sua opinião sobre as atividades que foram desenvolvidas nessas aulas em que estudamos conteúdos de Física Térmica utilizando vídeos com demonstrações de experimentos. Por favor, responda o questionário abaixo optando pela alternativa que melhor expressa a sua opinião e aproveite para escrever o que você realmente pensa.

1. Você gosta de estudar Física?
 - a) Sim
 - b) Não
 - c) Depende do conteúdo
2. Por que você acha que estudamos Física na Escola?
3. Você acha que o uso de vídeos nas aulas de Física pode facilitar o entendimento do conteúdo?
 - a) Sim, facilita muito.
 - b) Não facilita e nem dificulta.
 - c) Ajudou para a compreensão dos conceitos.
 - d) Ajudou a decorar as fórmulas.
 - e) Não facilita
4. Você acha que os vídeos feitos a partir de situações reais, demonstram que a Física está presente no nosso cotidiano?

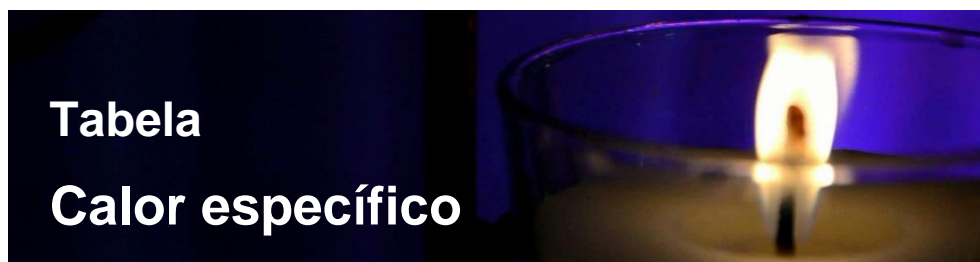
Gostaríamos que você expressasse sua opinião atribuindo uma nota de zero a dez sobre as atividades realizadas com o uso de vídeos. Faça comentários caso julgue necessário.

5. Para a forma como os vídeos foram apresentados
Nota:
6. Para a estrutura física disponível
Nota:
7. O nível de exigência das provas, trabalhos, PAS, etc. estão de acordo com o conteúdo estudado?
Nota:
8. Faça aqui seu comentário (caso queira contribuir) sobre as atividades desenvolvidas ao longo do ano. Será muito importante para nós tal manifestação e poderá resultar em uma melhoria no ensino para os próximos anos.

²⁰ Este questionário faz parte do material instrucional do trabalho de dissertação de mestrado profissional de Eloir De Carli, realizado sob orientação dos professores Rejane M. Ribeiro Teixeira e Fernando Lang da Silveira, PPG Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS.

**ANEXO A – TABELA DE VALORES DO CALOR ESPECÍFICO DE ALGUMAS
SUBSTÂNCIAS**

Tabela de valores do calor específico de algumas substâncias²¹



Substância	Calor específico (cal/g.°C)
Água (15 °C)	1,00
Álcool	0,580
Mercúrio	0,033
Gelo (- 5 °C)	0,530
Vidro	0,200
Latão	0,092
Granito	0,190
Chumbo	0,031
Cobre	0,092
Alumínio	0,215
Prata	0,0564
Tungstênio	0,032
Aço (carbono) *	0,120

Valores de calor específico à temperatura de 25° C e 1 atm. de pressão.

Fonte: HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., *Fundamentos de física*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, v.2, p.185.

* O calor específico do aço foi retirado de: http://www.engineeringtoolbox.com/specific-heat-metals-d_152.html.

²¹ Esta tabela faz parte do material instrucional do trabalho de dissertação de mestrado profissional de Eloir De Carli, realizado sob orientação dos professores Rejane M. Ribeiro Teixeira e Fernando Lang da Silveira, PPG Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS.

ANEXO B – TABELA DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA DE DIVERSOS MATERIAIS

Tabela de condutividade térmica de diversos materiais²²



A tabela abaixo apresenta a condutividade térmica de algumas substâncias:

Substância	Condutividade (W/m.K)*
Espuma de poliuretano	0,024
Ar	0,026
Vidro	1,0
Chumbo	35
Aço	45
Latão	85
Alumínio	235
Cobre	389
Prata	428

* A condutividade depende da temperatura, os valores apresentados aqui são os valores médios para uma temperatura ambiente de 25°C.

Fonte: HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J., *Fundamentos de física*. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1996, v.2, p.192

²² Esta tabela faz parte do material instrucional do trabalho de dissertação de mestrado profissional de Eloir De Carli, realizado sob orientação dos professores Rejane M. Ribeiro Teixeira e Fernando Lang da Silveira, PPG Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS.