



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE**

MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO

CONSTRUÇÃO DE VÍDEOS COM ENFOQUE EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO

Marianne Stely Peixoto e Silva

**ORIENTADOR:
Prof. Dr. João Francisco Liberato de Freitas**

**Caruaru – PE
Fevereiro de 2016**

Marianne Stely Peixoto e Silva

CONSTRUÇÃO DE VÍDEOS COM ENFOQUE EXPERIMENTAL PARA
O ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO
MÉDIO

Monografia apresentado como requisito parcial à obtenção do título de graduando em Física-Licenciatura do Núcleo de Formação Docente (NFD), Centro Acadêmico do Agreste (CAA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Orientador: Prof. Dr. João Francisco Liberato de Freitas

Caruaru – PE
Fevereiro de 2016

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier CRB/4 - 1242

S586c	Silva, Marianne Stely Peixoto e. Construção de vídeos com enfoque experimental para o ensino da Física: uma proposta didática para o ensino médio. / Marianne Stely Peixoto e Silva. – 2016. 88f. il. ; 30 cm. Orientador: João Francisco Liberato de Freitas Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Licenciatura em Física, 2016. Inclui Referências. 1. Física – Estudo e ensino. 2. Recursos audiovisuais. 3. Ensino- aprendizagem. I. Freitas, João Francisco Liberato de (Orientador). II. Título. 371.12 CDD (23. ed.) UFPE (CAA 2016-164)
-------	---



Campus
AGRESTE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
GRADUAÇÃO EM FÍSICA- LICENCIATURA

**PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA NA
DISCIPLINA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II**

**MARIANNE STELY PEIXOTO E
SILVA**

Título

***"Construção de Vídeos com Enfoque Experimental
para o Ensino de Física: Uma proposta Didática para
o Ensino Médio"***

A comissão examinadora composta pelos professores: **JOÃO FRANCISCO LIBERATO DE FREITAS**, NICIT/UFPE; **SÉRGIO DE LEMOS CAMPELLO** NICIT/UFPE e **AUGUSTO CÉSAR LIMA MOREIRA**, NICIT/UFPE sob a presidência do primeiro, consideram a graduanda **Marianne Stely Peixoto e Silva**
APROVADO.

PAULO HENRIQUE RIBEIRO PEIXOTO
Coordenador do curso de Física - Licenciatura.

**JOÃO FRANCISCO LIBERATO DE
FREITAS**
Orientador e 1º Examinador

SÉRGIO DE LEMOS CAMPELLO
2º Examinador

AUGUSTO CÉSAR LIMA MOREIRA
3º Examinador

Caruaru, 15 de fevereiro de 2016.

*Dedico este trabalho as minhas tias, Maria
Sílvania, Maria Cícera e Maria Síleide (in
memorian).*

*Sem vocês nada disso seria possível.
A elas todas as minhas obras!*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente ao maior mestre que alguém pode ter, Deus, pela condição de ter chegado até aqui. Pelas oportunidades e conquistas, não somente na minha vida universitária, mas ao longo de toda a minha vida...é Dele tudo que tenho, tudo que sou.

A minha mãe, pelo seu amor incondicional, pelos ensinamentos e apoio ao longo dessa jornada e de toda a minha vida.

Aos meus irmãos e sobrinha pelo afeto e contribuições valiosas.

À minha família, família Peixoto. Em especial às minhas tias Silvanida, Maria Cícera e Sileide, e as minhas primas Ana Crésia e Siumara, por terem acreditado em mim, e terem tornado possível a realização desse sonho.

A Thiago Vasconcelos, pelo amor, compreensão e incentivo nas horas difíceis, de desânimo e de cansaço. Nenhuma palavra poderá expressar minha gratidão.

Ao Prof. João F. L. Freitas, meu grande mestre, pelos tantos ensinamentos e orientações, pelas oportunidades conferidas a mim e pela paciência ao longo desses anos. Seus ensinamentos foram elã e fortaleceram o grande e poderoso desejo de aprender.

Aos professores da banca examinadora, Prof. Dr. Augusto César Lima Moreira e ao Prof. Dr. Sérgio de Lemos Campelo, por terem aceitado o convite em participar da defesa dessa monografia e por suas contribuições valiosas.

A todos os meus professores que em exercício da difícil arte de ensinar, ensinaram mais do que o conhecimento racional. Em especial ao Prof. Gustavo Camelo, Profa. Giovana Siracusa, Profa. Gislene Borges, Profa. Kátia Calligaris, Prof. Charlie Salvador, Profa. Dinalcí Tenório, Profa. Joselane Costa e Prof. Petrônio que tanto me inspiraram. Eles são a prova de que palavra “mestre” não é capaz de compreender a grandiosidade de ser professor.

Aos técnicos de laboratório da UFPE pelas contribuições com este trabalho.

Aos amigos de longa data, Bruna, Célio, Cíntia, Daniel, Gabriel, Gilmar, Natália, Paulo, Rosângela e Sara. E aos mais recentes, Alanne, Aline, Álvaro, Cleiça, Edgar, Isla, João Paulo, Lucas, Renato, Thathawanna. Meus irmãos de espírito que se fizeram e fazem presente, me dando força e animo para as minhas conquistas.

A PROAES pelo apoio financeiro, sem os quais esta jornada teria sido bem mais difícil.

Por fim, mas não menos importante, aos colegas e funcionários desse centro acadêmico, e todos que contribuíram direta e indiretamente com a minha formação.

A todos, meu muito obrigada!

Ao poder do pensamento que antecede ao seu tempo....

RESUMO

A experimentação integra o cerne da atividade científica. Desse modo, as atividades experimentais são ferramentas importantes para o ensino de Física, cuja finalidade está além da dinamização das aulas de Ciências. Elas promovem, entre outras coisas, a verificação e melhores compreensões dos conceitos abordados em sala de aula, associando teoria e prática e aproximando os estudantes das dimensões reais da atividade científica. Embora, muitos recursos tecnológicos sejam hoje, acessíveis a diversos públicos e que estes podem contribuir amplamente para a inserção da atividade experimental no ensino médio, ainda são muitas as dificuldades que circundam a realização de tal atividade. O presente trabalho consiste em uma ação colaborativa através da apresentação de vídeos com enfoque experimental e abordagem qualitativa e quantitativa para o ensino de Física no ensino médio. Com a proposta de promover a utilização, apresentamos uma ferramenta acessível e de fácil utilização, e que se mostra como uma possível solução, a curto prazo, para casos de inexistência ou dificuldades de incorporação da atividade experimental no contexto da sala de aula. Além disso, este trabalho apresentará todas as etapas da construção dos vídeos para o ensino experimental, desde da escolha de experimentos e técnicas de vídeo análise às edições e finalizações com *softwares* de livres acessos.

Palavras-chave: 1. Atividade experimental 2. Construção de videoaulas 3. Videoanálise 4. Ensino-aprendizagem de Física

ABSTRACT

The trial is part of the core of the scientific activity. Thus, the experimental activities are important tools for teaching physics, the importance of which is beyond the promotion of science classes. They promote, among other things, verifying and better understanding of the concepts covered in class students approaching the dimensions' real scientific activity. Although many technological resources are today accessible to various classes/public and they can contribute significantly to the integration of experimental activity in high school, there are still many difficulties surrounding the realization of such activity. This work consists of a collaborative action by submitting videos with experimental qualitative and quantitative approach to teaching physics in high school. With the proposal to promote the use of a any tool of the easy to use, and which has itself as a possible solution in the short times, in case of absence or difficulties of incorporating the experimental activity in the context of the classroom. In addition, this work will present all stages of construction videos for experimental teaching, since the choice of experiments and technical analysis videos to issues and submissions with freeware and open sources software.

Keywords: 1. Experimental physics 2. Construction video lesson 3. Video analysis 4. Active learning in physics.

Índice de ilustrações

Figura 1 - Interface do software Tracker (a) sem vídeos ou gráficos inseridos que apresenta os botões principais utilizados para análise (b) análise de uma vídeo de queda livre de uma bolinha, que apresenta os aspectos principais da análise, como trajetória, vetores, gráfico e tabela de dados obtidos na análise.....42

Figura 2 - Interface dos elementos da vídeo análise de um movimento bidimensional de uma bolinha no Tracker: (a) Importação da Fita de calibração, medida em unidades S, (fita amarela)), eixos do sistema de coordenadas e origem (linhas roxas), intervalo de interesse marcado no vídeo (marcação na barra de evolução temporal do vídeo); (b) marcação da posição do elemento móvel quadro a quadro (trajetória em azul), tabela de dados e gráfico fornecidos; (c) análise dos gráficos obtidos e ajuste das curvas; (d) criação de modelo teórico (trajetória em vermelho) e ilustração dos vetores velocidade e aceleração (vetores amarelos e brancos respectivamente).46

Figura 3 - Quadros da introdução e fundamentação teórica do vídeo “Determinando a aceleração da gravidade” (a) Introdução; apresentação de estudiosos da gravidade: (b) Aristóteles; (c) Galileu Galilei; (d) definição de aceleração; (e) lei da gravitação universal e (f) valor teórico de referência para gravidade ao nível do mar e latitude de 45°51

Figura 4 - Quadros das informações básicas do roteiro experimental contido no vídeo “Determinando a aceleração da gravidade” a) Introdução ao roteiro experimental; b) finalidade do roteiro experimental; c) material utilizado no experimento; d) características do material utilizado (câmera); e) montagem do experimento; f) destinação do produto do experimento.53

Figura 5 - Quadros da análise e discussões dos resultados contidos no vídeo “Determinando a aceleração da gravidade: a) Determinação das medidas de referências e coordenadas; b) trajetória do copo móvel, dados e gráfico fornecidos pelo Tracker na vídeo análise. c) explicitação dos vetores velocidade e aceleração ao longo da trajetória; d) ajuste da curva obtida e análise dos parâmetros da curva; e) equação da curva fornecida pelo Tracker; f) valor experimental obtido para a gravidade; g) comparação entre o valor teórico da gravidade na região em que foi

realizado o experimento e valor obtido, obtenção do erro relativo; h) possíveis causas das discrepâncias entre o valor teórico e o valor experimental da gravidade.53

Figura 6 - Interface do cinelerra: a) botões principais; b) edição de vídeo.54

Figura 7 - Seleção de quadros da abertura de vídeos com enfoque experimental: a) Determinando a aceleração da gravidade; b) Pêndulo simples: introdução ao MHS; c) Movimento harmônico simples amortecido; d) Movimento bidimensional.58

Figura 8 - Experimentos a) Queda livre de uma bolinha de gude; b) Pêndulo simples; c) Oscilações amortecidas em óleo; d) Lançamento oblíquo de uma bolinha.62

Figura 9 - Representação da medida de referência, sistema de coordenadas e elemento móvel do experimento a) determinando a aceleração da gravidade; b) pêndulo simples: uma introdução ao movimento harmônico simples; c) Movimento harmônico simples amortecido; d) Movimento bidimensional.62

Figura 10 - Experimento 1: a) posição do elemento móvel quadro a quadro; b) ajuste por uma curva da trajetória do movimento; c) vetores velocidade em azul, e aceleração em amarelo.64

Figura 11 - Experimento a: a) posição do elemento móvel quadro a quadro; b) 'ajuste da curva de velocidade de oscilações em função do tempo; c) vetores velocidade em amarelo, e aceleração em azul65

Figura 12 - Gráficos do experimento 3: a) amortecimento com molas diferentes em óleo de soja; b) amortecimento com molas diferentes em água; c) amortecimento com a mesma mola e substâncias diferentes (de cima para baixo: óleo, água e detergente)67

Figura 13 - Experimento 4: Posição do elemento móvel quadro a quadro, b) gráficos das componentes horizontal e vertical do deslocamento do projétil (de cima para baixo); c) representação vetores velocidade em azul, e dos vetores aceleração em amarelo.69

Índice de Tabelas e Quadros

Quadro 1 Vantagens e benefícios da utilização de vídeos com enfoque experimental diante das dificuldade de realização de atividades laboratoriais em sala de aula.....	32
Quadro 2 Informações técnicas do software Tracker	42
Quadro 3. Descrição dos experimentos realizado e dos objetivos pré-estabelecidos para o vídeo	59

Sumário

Introdução geral.	15
1.1 Introdução	15
1.2 Descrição do corpo da monografia.	20
1.3. A atividade experimental e ensino de Física.....	21
1.3.1 A importância da atividade experimental no ensino de física.....	22
1.3.2 Reflexões acerca da atividade laboratorial no ensino de Física.....	25
1.3.3 Finalidades da atividade laboratorial no ensino de Física	26
1.4 Ferramentas tecnológicas e possíveis melhorias para o ensino de física.....	28
1.4.1 Recursos tecnológicos no ensino de física	29
1.5 Por que inserir vídeos com enfoque experimental no ensino de Física?	31
Construção de vídeos com enfoque experimental para o ensino de física. .33	
2.1 Introdução.	33
2.2 Construindo vídeos.....	33
2.2.1 A escolha do experimento.....	34
2.2.2 Filmagem: aspectos importantes	37
2.2.3 Análises.....	40
2.2.4 Complementos e edições.....	50
2.2.4 Finalização.....	55
Vídeos produzidos	56
3.1 Introdução	56

3.2 Material didático produzido.	56
Conclusões Gerais.	72
Apêndice A - Lista de sites direcionados à experimentação para Física.....	84
Apêndice B – Esquema ilustrativo da metodologia de construção de vídeos. .	87

Capítulo 1

Introdução geral.

1.1 Introdução

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), Parecer CEB/CNE nº 15/98, propõem que o Ensino Médio em sua responsabilidade de completar o ensino básico deve apontar para a continuação do desenvolvimento de capacidade de aprender e compreender o mundo físico, social e cultural, cuja finalidade é “[...] preparar para a vida, qualificar para a cidadania e capacitar para o aprendizado permanente, em eventual prosseguimento dos estudos ou diretamente no mundo do trabalho”(PCN+, 2000). A reformulação do ensino médio no Brasil, estabelecida pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) de 1996, regulamentada em 1998 pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação e pelos Parâmetros Curriculares reformula o ensino médio e o reorganiza em três áreas, Ciências da Natureza e da Matemática, Ciências Humanas, e Linguagens e Códigos, que articulam as disciplinas, mas não as diluem. Tal organização permite promover ações interdisciplinares, abordagens complementares e transdisciplinares.

A Física é uma ciência ampla, ela permite-nos conhecer leis gerais que descrevem o comportamento da natureza e conduzem a uma melhor compreensão do universo ao nosso redor. Em suas competências, a física, sem sombra de dúvida, é “ um legítimo componente curricular da educação básica” (BORGES, 2005. p. 2) e este por sua vez deve estar “voltado para formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (PCN+, 2002, p.56). Ainda segundo os PCNs (2002):

“A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, a introdução à linguagem própria da Física

[...]. Ao mesmo tempo, a Física deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnado de contribuições culturais, econômicas e sociais, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas sendo impulsionado” (PCN+, 2002, p.56)

Dessa forma, os estudantes podem agir como sujeito ativos em sua própria realidade estando aptos a lidar com situações reais em diversos contextos em que o aluno possa se deparar futuramente. Como aponta Panzera (2007):

“Ao ter acesso às ciências e a compreendê-las, os alunos estariam, portanto, sendo inseridos na cultura de seu próprio tempo, na condição de sujeitos e não na de meros espectadores” (PANZERA et al, 2007, p.15).

Para isso o professor tem que tornar o ensino da Física articulado com as necessidades e interesses de boa parte dos alunos, de modo contextualizado para que o que se é estudado tenha significado e o estudante possa reconhecer em uma situação cotidiana. Mas, não é incomum encontrar na literatura referências que remetem ao modo como o ensino de física tem se dado, entrelaçado a concepção tradicionalista. A grosso modo, é possível apontar muitas consequências destas práticas reducionistas, entre elas destacam-se o crescente desinteresse pela física e as muitas dificuldades na aprendizagem, sendo incapazes de associar os conteúdos estudados com seu cotidiano.

A importância da atividade experimental no ensino das ciências é um consenso, sendo inserida neste contexto há mais de 100 anos (GALIAZZI et al. 2001). As orientações educacionais para o ensino de Ciências da Natureza, Matemáticas e suas Tecnologias apontam para a importância da atividade experimental no âmbito escolar, sendo esta indispensável:

“É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar, evitando a aquisição do conhecimento científico como uma verdade estabelecida e inquestionável” (PCN+, 2002, p. 81)

Sendo assim, a experimentação, entre outras coisas, é um recurso pedagógico importante para a construção de conceitos. Apesar disso, durante muito tempo, a

pedagogia tradicional¹ foi predominante nas aulas de física mesmo quando estas eram realizadas no laboratório, reduzindo a experimentação à processos puramente mecânicos sem significados para o aluno.

As dificuldades que circundam a atividade experimental no ensino das ciências não estão restritas a didática do professor. Dentre elas, pode-se destacar a carência de condições para trabalharem a experimentação, o grande número de alunos por turma, falta de recurso financeiros infraestrutura e principalmente a carga horária reduzida (PEREIRA, 2010). A superação destas limitações não é um processo simples e rápido, a qual não compete estritamente aos professores de física.

Diante da problemática e buscando superar essas dificuldades para promover a aprendizagem, novos recursos tem-se apresentado como ferramentas eficazes para a experimentação no ensino de física, como os recursos de vídeo análise e softwares educacionais. Muitos trabalhos têm apontado para resultados favoráveis da utilização de recursos tecnológicos no processo de ensino-aprendizagem. Uma das principais motivações para o uso destes recursos é que esses nunca estiveram tão acessíveis (MOREIRA, PENIDO, 2009). Não é difícil encontramos estudantes e professores que possuem acesso à computadores, internet, câmera, celulares com tecnologia *androide*. Estes recursos, podem ser redirecionados para o âmbito educacional e apresentarem-se como ferramentas bastante úteis para o ensino-aprendizagem de física.

Tendo em vista a importância da atividade experimental no processo de ensino-aprendizagem e das muitas dificuldades que ainda a circunda, desenvolvemos um material didático, específico para o ensino de física, que é destinado aos professores de física da rede básica de ensino. Consiste numa proposta didática de construção de vídeos a partir de abordagens quantitativas e qualitativas de experimentos enquanto uma possível e útil ferramenta para ensino de física no ensino médio. Para isso utilizamos recursos acessíveis e de fácil manuseio. Nesse trabalho apresentamos a construção de vídeo como uma ferramenta didática para o ensino de Física, voltada

¹ Segundo Dermeval Saviani, a concepção de pedagógica tradicional refere-se as correntes pedagógicas formuladas desde da antiguidade. Nessa perspectiva, o processo educativo está centrado na figura do professor, em aulas conteudistas, na memorização, nas disciplinas. O aluno é passivo no processo de ensino-aprendizagem.

para a educação básica. Não é objetivo desse trabalho construir uma biblioteca de mídias para utilização posteriores, mas apresentar os processos de construção de vídeos e apresentar alguns vídeos produzidos para ilustrar os processos de construção. Os referidos vídeos foram desenvolvidos para diferentes assuntos e áreas da Física, com o objetivo de aclarar as diversas possibilidades de utilização.

Trazendo como justificativa a inserção da experimentação no processo de ensino e aprendizagem de Física, por meio de ferramentas acessíveis que possibilitam uma interação entre professor e aluno - permitindo práticas e estratégias de ensino sejam (re) formuladas - teoria e prática – levando a concretização dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, e a passagem do aluno do ser passivo ao ser ativo, capaz de refletir, interagir e modificar a sua própria realidade. Pois, segundo Ausubel (1982), a potencialidade significativa do material é a primeira condição para que o aluno produza a aprendizagem significativa. Esta pesquisa constitui-se fundamentalmente como pesquisa-ação na medida em que esta elabora e apresenta um produto final (ação) que busca levar melhorias para o ensino de física.

A ferramenta apresentada nesse trabalho baseia-se na proposta de filmagem de experimentos simples que articulam os conhecimentos estudados em sala de aula com fenômenos presentes na natureza, por meio de modelos teóricos. Sendo possível, através de videoanálise, estudar grandezas próprias à Física e introduzir os aspectos essenciais da atividade experimental, isto é, experimentos simples e de baixo custo, que em sua simplicidade, apresenta-se grandioso do ponto de vista dos conceitos físicos envolvidos, permitindo ensinar física e estudar conteúdos que muitas vezes são apresentados de forma abstrata e propedêutica.

Nesse trabalho, propomos uma sequência de cinco etapas que compreendem o processo de construção dos vídeos com enfoque experimental, sendo elas:

1. escolha do experimento: compreende a escolha do tema e estruturação de objetivos e finalidades para os vídeos, mapeamento das ideias;
2. filmagens do experimento;
3. análises: etapa principal do processo, em que fundamenta-se no estudo dos aspectos do experimento, obtenção de dados por videoanálise, construção de gráficos, estudo das grandezas físicas e outros;

4. complementos e edições: abrange os processos metodológicos de construção de vídeo, como a inserção de fundamentação teóricas, apresentação e discursões experimentais, por meio de animações, tomadas de vídeo e outros, e aos processador técnicos de edição, como união de corte de vídeo, animação, inserção de áudio, legenda, etc.;

5. finalização: fundamenta-se na revisão do vídeo final e acaba por garantir que o produto gerado seja condizente com os objetivos pré-estabelecidos.

Esses processos foram elaborados a partir da experiência. Essa nos permitiu agrupar etapas em conjuntos de ações essenciais para construção de vídeos. Mostraremos mais adiante que a realização adequada destes procedimentos é fundamental para garantir a qualidade do produto final.

Para a construção do material apresentamos técnicas e recursos disponíveis gratuitamente, juntamente com as suas possibilidades de uso, que se destinam a professores da rede básica de ensino. A utilização destes meios será apresentada de forma sistematizada, mas poderá ser modificada conforme o uso e necessidade de cada professor. É importante destacar que este trabalho não sugere a eliminação ou substituição das atividades experimentais. Ele apresentara uma ferramenta que pode servir de subsidio para esta ou, em casos da sua total ausência, pode-se apresentar como uma alternativa para articulação teoria-prática, pois “ experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance” (PCN+, 2002, p.82).

Cabe também ressaltar o caráter multidisciplinar que os vídeos podem trazer. Além de se apresentar como uma ferramenta ampla, que permite diversas possibilidades e conexões com vários campos do conhecimento, os vídeos conferem aos professores que os constroem, habilidades técnicas como artifícios de filmagem, edições de imagens e vídeo, construção de experimentos, desenvolvimento de animações e mais, que podem auxiliar em outros momentos sua prática como professor. E também, conhecimentos de natureza específica ao tema. Ou seja, um trabalho com uso de diversas tecnologias atuais e acessíveis a todos, que contribui de diversas formas com o melhoramento do ensino de física.

Com tudo isso, este trabalho baseia-se no emprego da experimentação como um dos recursos didáticos, pois é sabido que experimentos são extremamente importantes no processo de ensino-aprendizagem, com destaque para seu efeito motivador, constatado pelo aumento da participação dos alunos nas atividades.

Portanto, devem ser apresentados meios que possam trazer para o cotidiano das aulas de física a experimentação didática, privilegiando o caráter investigativo e motivador, favorecendo a compreensão das relações conceituais da disciplina, permitindo que os alunos manipulem ideias, (re)signifiquem e se apropriem da atividade científica.

1.2 Descrição do corpo da monografia.

Temos como objetivo nesse trabalho apresentar vídeos-aula com enfoque experimental, enquanto ferramenta potencialmente significativa, e de baixo custo para o ensino-aprendizado de física no ensino médio. Mostrando técnicas de filmagem de experimento para a criação de vídeos, processos de videoanálise e edições de vídeos, apresentando os recursos utilizados em todos processos, e os softwares disponíveis para a realização do trabalho. Além disso, apresentaremos uma revisão da literatura acerca da importância da atividade experimental no ensino das Ciências, das suas características e relação com as ferramentas tecnológicas inseridas no ensino de Física. Desta forma, o conteúdo desta monografia está direcionado a diversos públicos com objetivos distintos, podendo não compor o interesse do leitor o texto integralmente, mas apenas alguns capítulos ou até mesmo algumas sessões.

Esse trabalho organiza-se em quatro capítulos, conforme descritos a seguir:

Capítulo 1. Introdução: neste capítulo apresentaremos as discussões teóricas que embasam este trabalho. Nele faremos uma revisão da literatura sobre a importância da atividade experimental e suas classificações, e discutiremos sobre a utilização de recursos tecnológicos no ensino de física.

Capítulo 2: Construção de vídeo com enfoque experimental para o ensino de Física: discutiremos os processos de construção de vídeos, mostrando todas as etapas desse processo: escolha do experimento, filmagem, análises, complementos e edições e finalização; dando ênfase aos aspectos fundamentais, técnicas utilizadas e ferramentas disponíveis para construção de vídeo. Apresentaremos também, uma sessão dedicada à vídeo análise, processo principal da construção de vídeos. Este capítulo destina-se as discussões metodológicas deste trabalho.

Capítulo 3. Vídeos produzidos: apresentamos alguns vídeos desenvolvidos ao longo desse trabalho, para ilustrar o processo de construção de vídeo com enfoque experimental.

Capítulo 4. Conclusão geral: Retomaremos as discussões apresentadas inicialmente em conexão com os resultados obtidos nesse trabalho.

1.3. A atividade experimental e ensino de Física

É inegável a importância da experimentação no contexto da construção do conhecimento científico. Dentre muitos papéis, podemos ressaltar sua importância através do empirismo e indutivismo², construtos para qual todo o conhecimento vem da experiência. Como enfatiza Chalmers (1989)

“[...] a ciência requer a obtenção de dados com significado, sendo a intervenção experimental necessária como meio capaz de fazer ressaltar e trazer ao de cima, a informação epistemológica relevante e necessária” (CHALMERS *impud* CACHAPUZ et al., 2011, p. 95).

É importante, também, desmistificar a ideia da “experiência como serva da teoria”, cujo papel é unicamente confirmar ou refutar hipótese. A experiência não é uma atividade que compreende uma ação única, ela compreende distintos papéis, muitos tipos de compreensões e capacidades (HACKING, 1992).

As Lei de Diretrizes e Bases para o Ensino Nacional deixa claro a importância do ensino da física, dos fundamentos científico-tecnológicos e da necessidade de relacionar a teoria com a prática. No ensino de cada disciplina, e que este deve oportunizar, aos alunos, um conhecimento dentro do seu cotidiano. Nesse âmbito, integrando a ciência, a atividade experimental não pode estar ausente do ensino dessas, sua inexistência contrapõe os aspectos essenciais à ciência. Assim, muitos são os motivos que justificam a importância da atividade Experimental no Ensino de física, embora essa ainda seja escassa.

² A forma pela qual se dá o conhecimento baseado na observação, experimentos, de modo que é retratado fielmente o que se percebe é denominado de Indutivismo. Conhecimento derivado dos dados da experiência. (Chalmers, 1993). “O raciocínio indutivo consiste em se admitir uma proposição geral a partir de observações singulares, busca-se uma lei para um número indefinido de ocorrências a partir de um número definido de observações”. (Dias, Silva; 2009).

1.3.1 A importância da atividade experimental no ensino de física

A experimentação integra o cerne da atividade científica. Desse modo, as atividades experimentais para o ensino de Física, cuja finalidade está além da dinamização das aulas de Ciências, são ferramentas importantes pois, promovem, entre outras coisas, melhores compreensões dos conceitos abordados em sala de aula, associando teoria e prática e aproximando os estudantes das dimensões reais da atividade científica.

A experiência está fortemente ligada ao desenvolvimento tecnológico e ao cotidiano do sujeito; está ligada a ideia de vivências, de inferir, de pôr à prova, de guiar e mais, de construir. Gisele Ruiz Silva (2013) defende que *“experimental, ter um momento de experiência, faz parte da construção do sujeito”*. A experimentação permite que o sujeito, em uma postura ativa e crítica seja posto a refletir e questionar o seu conhecimento e o objeto do conhecimento que o é mostrado. Assim, fazendo-o buscar compreensão, desenvolvendo saberes e assimilando-os à novas estruturas e estruturas já conhecidas, isto é, articulando teoria e prática.

Ao inserimos no cotidiano escolar abordagens laboratoriais como a que propomos, que leva em conta os aspectos experimentais sempre articulado à prática, que aponte para a experiência como uma atividade própria da ciência, estamos levando o aluno a ter que pensar sobre os seus saberes e pô-los a prova, e assim ele (re)constrói e (re)significa concepções.

A atividade experimental pode ser, também, um meio de transição de práticas tradicionais (ALVEZ, 2006), e além disso, essa “constitui um meio por excelência para a criação de oportunidades para o desenvolvimento de possibilidades e capacidades científicas” e, quando bem empregada, têm um potencial motivador para esses alunos (THOMAZ, 2000). Hodson (1998) ressalta os dez principais objetivos da atividade experimental já apontados por Kerr (1963) sendo estes:

- “1. Estimular a observação acurada e o registro cuidadoso dos dados; 2. Promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum;
3. Desenvolver habilidades manipulativas;
4. Treinar em resolução de problemas
5. Adaptar as exigências das escolas;
6. Esclarecer a teoria e promover a sua compreensão;
7. Verificar fatos e princípios estudados anteriormente;

8. Vivenciar o processo de encontrar fatos por meio da investigação, chegando a seus princípios;
9. Motivar e manter o interesse na matéria;
10. Tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência”

(HANDSON 1998 *apud* GALIAZZI 2001, p. 252-253)

A atividade laboratorial, em seu potencial motivador, desperta interesse, desenvolve a capacidade de solucionar problemas, estimula a investigação e compreensão de conceitos fundamentais, e envolve os estudantes em uma prática própria da investigação científica. Silva (2013) destaca o desenvolvimento do pensamento científico como consequência da atividade experimental

“Pode-se dizer que, por intermédio das atividades experimentais, o sujeito se vê desafiado a buscar soluções para questionamentos que lhe são lançados, tanto pelo professor e pelos colegas quanto por si mesmo ao construir suas hipóteses. Isso, em resumo, desenvolve o próprio pensamento científico, que é um pensamento de inovação, invenção e criação” (SILVA, 2013, p.6).

É, também, consenso entre os professores de Física que a articulação entre a teoria e prática por meio da atividade experimental muda a dinâmica das aulas, motivando os alunos e promovendo maior participação nas atividades em sala facilitando, dessa forma, a aprendizagem significativa dos conteúdos e ampliando a zona de desenvolvimento proximal do estudante³.

Axt (1991) confirma a importância da atividade experimental, mas chama atenção para o fato de que a atividade experimental, apesar de ter sido inserida na educação brasileira há bastante tempo, o ensino de ciência ainda se dá de forma propedêutica:

“A experimentação contribui para uma melhor qualidade de ensino e que mesmo com algumas inserções de atividades experimentais no ensino brasileiro desde a segunda metade do século passado o ensino ainda é mais livresco do que experimental” (AXT, 1991, p. 33).

Valéria Alvez (2006) defende que ao considerar que a “experiência” é um elemento essencial para a ciências, igualmente essencial aos demais aspectos e que estes por excelência compõem o currículo, os professores não fariam distinção entre prática da ciência e ensino-aprendizagem de ciência. Nessa perspectiva, a atividade

³ A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDI) foi introduzida por Vygotsky (1978), e baseia-se na ideia da existência de uma área potencial de desenvolvimento cognitivo. De uma perspectiva estudante-professor, corresponde à distância entre o nível de desenvolvimento real do estudante, determinado pela sua capacidade de solucionar problemas individualmente; e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela resolução de um problema sob a mediação de um professor (FINO, 2001).

experimental no ensino de física está muito além da dinamização das aulas e comprovação de leis, ela faz parte do direito que o aluno tem ao saber científico, não sistematizado, não livresco. A atividade experimental oportuniza. Ela possibilita que o aluno compreenda a dialética do desenvolvimento científico – tecnológico, medite sobre elementos do seu dia a dia como resultante das relações entre Sociedade, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) .

Além de todos esses aspectos, a atividade experimental pode servir de ferramenta para minimizar o desinteresse e as dificuldades apresentadas pelos alunos na aprendizagem de conceitos físicos. A assimilação teoria-prática, juntamente com a prática de ensino, torna-se importantíssimos nesse processo de superação de barreiras e aversões à Física, que por vezes estão enraizadas em processos culturais, e que precisam ser desmistificados, já que a física está presente no nosso dia a dia, e vivemos em um mundo físico (CASSARO, 2012).

Essa inquestionável importância da atividade experimental no ensino de Física justifica por si só, a construção de uma ferramenta que enfatize a experimentação no ensino de ciência como os vídeos propostos nesse trabalho. Uma ferramenta que seja condizente com um ensino articulado e fiel com a natureza do conhecimento científico e com a própria ciência. A utilização de vídeo com enfoque experimental no ensino de física inclui todos os elementos próprios da atividade experimental. Ele incentiva o pensamento científico e motiva os estudantes a partir de fenômenos comuns do seu cotidiano, cujo conceitos científicos eram poucos conhecidos quando não, desconhecidos. As habilidades técnicas também são conferidas através desta ferramenta. Apesar da inexistência de contato com os materiais da atividade, o aluno é esclarecido sobre todas as formas de manuseios empregadas ao longo do roteiro, que devido a sua proposta de experimentos simples, com materiais acessíveis, permite que o aluno reproduza posteriormente o experimento e tenha uma postura por vezes, independente e reflexiva.

Apesar da inquestionável importância da atividade experimental no ensino de Física devemos deixar claro a proposta aqui apresentada, assim como a experimentação, por si só, não é garantia de aprendizagem. Ela deve ser introduzida a partir de um planejamento mais amplo, condizente com os objetivos pré-estabelecidos pelo professor. Assim, faz-se necessário, chamar atenção para as formas com que atividade experimental pode ser empregada e suas finalidades.

1.3.2 Reflexões acerca da atividade laboratorial no ensino de Física.

Durante muito tempo, a pedagogia tradicional foi predominante nas aulas de ciências, mesmo quando estas eram realizadas no laboratório. Os conteúdos eram repassados mecanicamente e sem a participação dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem, aos quais eram repassadas orientações que deveriam ser reproduzidas. De fato, era preciso quebrar a barreira do “tradicional explicar e escutar”, sem que os estudantes tivessem que “treinar algoritmos e técnicas de quantificação”. (POZO, 2009). Essas barreiras também devem ser quebradas quando se trata de construção de vídeo com enfoque experimental. Sua inserção nas aulas de Física deve procurar incentivar o pensamento científico, o senso investigativo e provocar reflexões nos alunos. Eles precisam compreender claramente todos os processos envolvidos no roteiro experimental apresentado, não sendo este uma sequência de etapas sem sentido, que não estimulam a criatividade e que não se relacionam com a natureza da ciência. O estudante não pode ser apenas espectador, ele deve ser envolvido pelo vídeo que o é apresentado.

Todos os processos de construção devem conduzir para uma postura crítica, que superem o paradigma da visão tradicionalista do ensino e que incluam uma nova interpretação acerca da finalidade da experimentação como recurso didático.

BRAGA e SENRA (2014) apontam que diversos pesquisadores vêm defendendo o uso de atividades experimentais como forma de reinventar o ensino tradicional. Apesar disso, fica evidente que a simples inserção de experimentos nas aulas de física não garantem um ensino inovador. GALIAZZI et. al. (2001) reforçam essa ideia, discutindo o fato de que nem sempre as atividades experimentais são motivadoras para os alunos, justamente porque essas atividades deveriam desenvolver atitudes e destrezas cognitivas de alto nível intelectual e não destrezas manuais ou técnicas experimentais. Para tanto, VILLATORRE et. al. (2008) propõem que a experimentação “deve ser utilizada segundo seu aspecto qualitativo”. Nessa perspectiva, o professor tem a oportunidade de promover reflexões e discussões sobre o conteúdo de ensino, além de evitar a simples matematização do experimento. A argumentação assume um papel de extrema importância nesse processo de apropriação que as autoras chamam de “apropriação de uma cultura científica” (p.

107). SANTOS (2007) argumenta que no processo ensino-aprendizagem a ser desenvolvido de forma reflexiva e em sintonia com os avanços científicos e tecnológicos, “o professor deve ser intelectual, crítico e capaz de mediar esse processo”. Para tanto, VILLATORRE et. al. (2008) concordam que

“uma atividade experimental precisa ser “cuidadosamente” planejada. Para isso, devemos ter em vista o conjunto de equipamentos ou recursos materiais e algum instrumento de orientação ao aluno, motivando um ambiente de discussão, reflexão e negociação de opiniões e conhecimentos. Dessa forma, o experimento constitui um estímulo a argumentação dos alunos, que se dá quando eles discordam, apoiam e compartilham opiniões, informações e verificações” (VILLATORRE et. Al.; p. 108).

Para tal, a abordagem experimental de temas da Física propostas através de vídeos deve ser cuidadosamente planejada tendo como ideal uma aprendizagem significativa, que valorize os conhecimentos que cada aluno possui ao chegar em sala e os conduza a uma construção de novos conceitos, procedimentos e atitudes em relação a ciência.

1.3.3 Finalidades da atividade laboratorial no ensino de Física

Muito tem se discutido nos últimos tempos sobre o ensino-aprendizagem de Física e as dificuldades que cercam a aprendizagem dos conceitos dessas disciplinas. Além disso, o baixo desempenho dos estudantes e a pré-indisposição em estudar física também recebem destaque na produção acadêmica recente. As principais causas apontadas para estes fatores são o grande número de estudantes em sala de aula, a falta de professores capacitados para lecionar a disciplina incluindo habilidades metodológicas e didáticas, a limitação de tempo e recursos e a quase inexistência da atividade experimental. Com todas essas limitações associadas, muitas vezes, os reflexos da formação tradicional dos professores de Física, quando essas existem, contribuem para a implementação de práticas tradicionais e pouco eficazes na sala de aula.

Um aspecto importante a ser ressaltado é a forma como o ensino de ciências tem-se dado; voltado à mera transmissão de conhecimentos, ou seja, em um contexto reducionista em que são ignorados tanto os aspectos epistemológicos e experimentais, quanto as relações entre a ciência e a tecnologia. Embora muito tenha

se falado na superação de concepções e formas de ensino tradicionais, AXT (1991) chama atenção para o fato de que apesar da atividade experimental ter sido inserido há bastante tempo na educação brasileira (desde da segunda metade do século passado), o ensino ainda é muito restrito, em suas palavras “*mais livresco que experimental*”.

Diversos autores (AXT, 1991; SILVA & ZANON, 2000. ALVEZ, 2006, HANDSON, 1998) apontam como as principais causas dessa restrição a:

1. Inadequações da infraestrutura, falta de equipamentos e a dificuldades de manutenção e reposição desses equipamentos, limitando quando não impossibilitando a inserção da atividade ou obrigando os professores fazer uso de recuso próprios para desenvolver tal atividade;
2. Superlotação das aulas de aula. As escolas brasileiras possuem salas de aulas numerosas dificultando e limitando a atuação do professor em especial nas atividades experimentais.
3. Carga horária reduzida. Uma gama de conteúdos que devem ser abordados em duas aulas por semana, tendo o professor, muitas vezes, que “pincelar” tópicos desconexos para garantir o cumprimento da lista imensa de conteúdo.
4. Pouca qualificação dos professores. O contato limitado com a atividade experimental desde da formação, em geral a má formação dos professores de Física impõem uma série de limitações ao ensino-aprendizagem de física. Além disso, um grande número de professores que lecionam física nas escolas brasileiras não possuem formação na área de atuação. Dentre essas ainda estão as limitações por parte dos professores da ideia/conceitos sobre a “experimentação”, estando essa restrita à uma sequência de etapas bem definida, em que os estudantes têm que repetir o passo a passo da receita que lhe é entregue para fazer dá certo uma *experiência* descontextualizado e que sem significado algum para estes estudantes.

Pensando em todas essas limitações, algumas propostas e alternativas de inserção da atividade experimental nas aulas de física do ensino médio têm sido estudadas e apresentadas, por vezes fundamentadas nos novos recursos disponíveis.

1.4 Ferramentas tecnológicas e possíveis melhorias para o ensino de física

Nos últimos anos a tecnologia tem se desenvolvido em um ritmo surpreendente, difundindo-se amplamente no cotidiano das pessoas modificando hábitos e rotinas da sociedade de modo geral. Com a desenvolvimento e a popularização de recursos tecnológicos viu-se a possibilidades de utilizar tais recurso como ferramentas auxiliares no processo de ensino-aprendizagem. As escolas podem utilizar mais efetivamente os recursos computacionais para um melhor desempenho dos alunos. Alguns trabalhos demonstraram que os programas interativos, ferramentas virtuais e até os recentes aplicativos para celulares e tablets com tecnologia *androide* ou *apple* podem trazer melhorias consideráveis para o processo de ensino-aprendizagem, tanto nas aulas teóricas, quanto nas aulas experimentais. Assim, é preciso atenuar para a necessidade de

“[...] compreender e incorporar mais as novas linguagens, desvendar os seus códigos, dominar as possibilidades de expressão e as possíveis manipulações. E é importante educar para usos democráticos, mais progressistas e participativos das tecnologias, que facilitam a evolução dos indivíduos”. (MORAN, 2000, p.36).

O objetivo da utilização dos recursos tecnológicos é criar meios facilitadores para a aprendizagem, valendo-se destes para promover ações e práticas. Victor Ferreira (1998) defende que o modo como essa grande ferramenta em potencial é utilizada, é que de fato irá fazer a diferença:

“ Esta ferramenta não é boa nem ruim na sala de aula. É o seu uso que vai determinar se ela contribuirá para um bom processo educacional ou não. ” (FERREIRA, 1998., p. 781).

O professor, pode se valer da utilização de tais recursos e metodologias adequadas para motivação e integração de matérias que os alunos jugam difíceis e estagnadoras. As utilizações dessas ferramentas contribuem com um ensino coerente e articulado com as novas tendências, com a compreensão científica tecnológica e auxiliam para o desenvolvimento das competências norteadas pelo PCN +. A escola passa a ser um lugar mais interessante que prepararia o aluno para o seu futuro. Nesse âmbito os diversos recursos tecnológicos podem ser empregados para criar novas perspectivas educacionais implementando novas ferramentas que podem

servir de subsídios e solução de muito problemas e dificuldades encontradas no cotidiano escolar. E nessa nova tendência, o professor desempenha um papel essencial, o mediador.

1.4.1 Recursos tecnológicos no ensino de física

As tendências da utilização de recurso tecnológicos no ensino de física não são recentes. Rosa em 1995 já apresenta uma revisão da literatura sobre trabalhos compreendidos entre os períodos de 1979 e 1992 que abordam a aplicações e potencialidades do uso de computadores no ensino de Física, suas utilizações e os resultados desta. A autora também faz uma análise dos resultados obtidos do ponto de vista pedagógico, e divide em categorias as principais potencialidades: coleta e análise de dados em tempo real; simulação (estática e dinâmica) de fenômenos físicos; instrução assistida por computador e estudo de processos cognitivos. Trabalhos mais recentes (SANTOS, OTERO & FANARO, 2000; MEDEIROS & MEDEIROS, 2002; GRZESIUK 2008) mostram novas modalidade de utilizações de recursos tecnológicos, como a utilização e softwares com diversas finalidades. ARAÚJO, VEIT e MOREIRA (2010) apresentam sete categorias que agrupam as finalidades e modalidades da utilização de recursos tecnológicos no ensino de física:

- a) Instrução e avaliação mediada pelo computador: nesta modalidade o computador é utilizado como a principal recurso e seu modo de aplicação é caracterizado pelo uso de programas-tutores (tutoriais), testes automatizados para a avaliação de concepções prévias e testes de aprendizagem. Esses se adaptam às dificuldades individuais e aos sucessos de cada estudante, fornecendo instruções personalizadas em seções de interação com o indivíduo. Sua principal vantagem é a possibilidade de atendimento individual e imediato.
- b) Modelagem e simulação computacional: as simulações computacionais aplicadas ao ensino dão suporte às atividades exploratórias caracterizadas pelas observações. Essa modalidade compreende a utilização de *softwares*, análises e construção de modelos desde de suas estruturas matemáticas à análise dos resultados gerado per esses modelos. As utilizações de modelagens computacionais aplicadas ao ensino de física têm sido expressivas nos últimos anos.

- c) Coleta e análise de dados em tempo real: a análise de dados compreende gráficos, tabelas, cálculos estatísticos e uma gama de processos longos e de difícil construção. Essas atividades são amplamente utilizadas por aproximarem o aluno da atividade experimental e permite redirecionar os esforços dos alunos da construção árdua de análises de dados para a compreensão dos conceitos físicos.
- d) Recursos multimidiáticos: textos, sons, imagens, animações, *softwares*, vídeos e simulações são os principais elementos dessa categoria. Esses são utilizados de modo a fornecer contextos didáticos sobre o tema estudado. A videoanálise pode ser enquadrada nessa categoria, pois supõem coleta e análise de dados a partir da filmagem de experimentos. Essas atividades, quando bem empregadas, apresentam muitas vantagens para o ensino física pois produz um material ao qual o aluno está integrado e pode ser utilizar posteriormente em seus estudos e sempre que necessário.
- e) Comunicação à distância: o computador é utilizado nessa concepção como ferramenta de comunicação envolvendo intercâmbio de informações através de mensagens eletrônicas, acesso a arquivos de leitura, ferramentas de pesquisa, fóruns de discussão, troca de arquivos e conferências. Essa modalidade permite a integração total com que podem ser mediadores da aprendizagem.
- f) Resolução algébrica/numérica e visualização de soluções matemáticas: apresenta uma proposta de resolução de problemas algébricos e numéricos de problemas de Física, ou ainda a representação gráfica das soluções matemáticas.
- g) Estudo de processos cognitivos: inclui os artigos voltados à pesquisas, dos alunos, interação com colegas e professores, ferramentas de pesquisa, livros, material didático...

Tecnologias computacionais subsidiadas por um referencial teórico sobre aprendizagem, em conjunto à uma concepção teórica sobre como o sujeito aprende, são de modo geral grandes ferramenta para o Ensino de Física.

1.5 Por que inserir vídeos com enfoque experimental no ensino de Física?

Diante da importância da atividade experimental, dos tantos fatores que dificultam quando não, impossibilitam a sua inserção no ensino de física, desenvolvemos uma ferramenta didática de baixo custo e fácil produção, fazendo uso dos muitos recursos tecnológicos acessíveis e amplamente difundidos, tais como câmera com qualidade de filmagem cada vez melhor, editores de vídeos, softwares de análise e etc. Outro fator que acabou por incentivar a produção do referido material foi o grande número de sites que apresentam roteiros experimentais fáceis, de baixo custo e abrangentes, e plataformas de vídeo como o *You Tube*® e *Ciência Tube*®. Estas plataformas dispõem de inúmeros vídeos direcionados a ciências, incluindo tutoriais que ensinam a construir experimentos com materiais acessíveis, a utilizar softwares e até vídeos de experimentos que podem ser utilizados, quando disponibilizados pelo proprietário do vídeo. Uma lista de sites direcionados à experimentos estão disponíveis no apêndice A.

A utilização de vídeos como ferramenta para o ensino já é uma ferramenta bastante presente. Entretanto, o aluno muitas vezes assume uma postura passiva no processo de aprendizagem. Visto que os vídeos são pouco interativos e não estimulam reflexões. Seu intuito geral é de dinamização e exemplificação (REZENDE e STRUCHINER, 2009). A construção de vídeos com enfoque experimental apresenta uma proposta ativa de aprendizagem que supera em boa parte as dificuldades apontadas para o emprego das atividades experimentais no ensino de Física. Embora os experimentos precisem ser gravados para construir os vídeos, estes podem ser apresentados dentro de um faixa de tempo bem menor que o tempo necessário para realizar o mesmo experimento numa dinâmica de laboratório. Com equipamentos acessíveis e de baixo custo, integra um grande número de pessoas, permite que estudo do vídeo se dê através de um mediador (professor), e possa ser disponibilizado posteriormente em canais na internet como o *YouTube* para o estudo posterior, esclarecimento de dúvidas, revisões, e etc. Tais benefícios de utilização de vídeos com enfoque experimental, em detrimento de algumas dificuldades de realização de experimentos na sala de aula, foram agrupadas no quadro 1.

Os supracitados vídeos quando bem planejados e coerentes com o objetivo de ensino, proporcionam ao estudante uma compreensão do mundo ao seu redor e do

universo distante, tornando-o capaz de alterar sua própria realidade, pois conectam teorias estudadas com os fenômenos da natureza, incentiva, confere habilidades técnicas e reflexivas, auxiliam na compreensão de conceitos, contribuem para aprendizagem significativa, ultrapassam práticas tradicionalistas e insere no contexto escolar um elemento que é próprio a atividade científica, o experimento.

Os vídeos com enfoque experimental carregam muitos os benefícios que a atividade experimental pode conferir ao processo de ensino aprendizagem de física, e exige, também, os cuidados e planejamentos próprios a atividade, pois em suma ele é a atividade experimental no cotidiano escolar.

Quadro 1 Vantagens e benefícios da utilização de vídeos com enfoque experimental diante das dificuldades de realização de atividades laboratoriais em sala de aula.

Dificuldades de realização de atividade laboratoriais em sala de aula.	Vantagens e benefícios dos vídeos com enfoque experimental
Limitação de tempo.	Os vídeos podem ser apresentados em intervalos de tempo curto.
Inviabilidade laboratorial diante de grandes números de alunos.	Integra um grande número de estudantes. Sem limitação .
Prática realizada somente em aula – realização única	Pode ser realizado vídeo fora da sala de aula. Pode ser disponibilizado na internet e outros meios.
Dificuldade de revisão e estudo.	O aluno tem acesso direto ao vídeo e, portanto, pode revisá-lo e esclarecer dúvidas.
Disponibilização e manutenção de equipamento.	O material utilizado é acessível e de baixo custo; pode ser produzido pelo professor. Manutenção do equipamento desnecessária.

Capítulo 2

Construção de vídeos com enfoque experimental para o ensino de física.

2.1 Introdução.

Neste capítulo daremos ênfase à metodologia de construção de vídeos com enfoque experimental. Mostraremos as etapas da construção dos vídeos desde da sua elaboração à sua finalização dando foco aos aspectos essenciais da construção de vídeos, tais como, escolha do experimento, filmagem, edições e finalização. Apresentaremos ainda uma sessão dedicada à ferramenta de *vídeo análise*, tendo em vista a importância que esta desempenha na realização deste trabalho

Ainda neste capítulo, apresentaremos as ferramentas utilizadas no desenvolvimento desde trabalho e possíveis recursos disponíveis para a utilização no processo de construção de vídeos.

2.2 Construindo vídeos.

Um vídeo, quando bem empregado, pode ser uma ferramenta poderosa no ensino aprendizagem de física. Diante de todas as dificuldades presentes na realização da atividade experimental no ensino das ciências, e da gama de recursos tecnológicos, em especial, multimidiáticos, hoje, acessíveis aos diversos públicos; construir vídeos com ênfase nos aspectos experimentais da atividade científica, pode servir de subsídio para inserir elementos importantes da atividade experimental de um modo mais prático. Com a mediação de um professor, os vídeos apresentados podem

auxiliar na aprendizagem significativa (re)significando conteúdos, assimilando teoria e prática, possibilitando a verificação de leis, conferindo competências.

Este trabalho possui natureza aplicada pois faz apontamentos para aplicações práticas no que se dirige a solução de um problema específico, a precarização da atividade experimental no ensino médio. Diante disso, é importante deixar claro que a ferramenta aqui apresentada não é uma ferramenta de substituição da atividade experimental dentro do contexto da sala de aula. Definitivamente esse não é o objetivo da construção e utilização dos referidos vídeos; mas permitir, de certo modo, a inserção da atividade experimental no cotidiano escolar como parte integrante das aulas, nos casos de impossibilidade e inexistência da experimentação no ensino de Física, além da sua complementação. Assim, esta pesquisa constitui-se fundamentalmente como pesquisa-ação e, assim sendo, elabora e apresenta um produto final (ação) que busca levar melhorias para o ensino de física. Nesse sentido, ressaltamos a importância de atividade experimental apresentando ações originais que são ponte entre a teoria e prática, e busquem promover uma aprendizagem investigativa e motivacional.

Assim como a atividade experimental, a construção de vídeos pode ter diferentes modalidades e objetivos. De igual modo, para que as competências desejadas sejam atingidas, o professor deve ter clareza sobre os objetivos que pretendem ser alcançados com o vídeo e sobre seu modo de utilização, para assim poder construí-lo. Para desenvolver os vídeos construímos um roteiro que se fundamenta em cinco etapas que acontecem em ordem cronológica:

- Escolha do experimento;
- Filmagem;
- Análises;
- Complementos e edições;
- Finalização.

Para auxiliar os processos de construção dos vídeos com enfoque experimental, elaboramos um esquema, disponível no apêndice B, que ilustra a metodologia da construção dos vídeos e que sintetiza as etapas acima.

2.2.1 A escolha do experimento

Todo experimento deve ser articulado ao conteúdo estudado em sala de aula e a escolha de um experimento deve ser situado. Desse modo, o processo de seleção do experimento tem início com a busca por áreas de estudo da física como a Mecânica, Termodinâmica, Física Moderna, etc.; seguida de uma busca mais específica por conteúdo (ou conteúdos) a ser estudado. Por exemplo, o professor pode determinar que irá realizar um experimento de Termodinâmica e que dentro dessa área pretende dar foco ao estudo da dilatação térmica dos sólidos. É fundamental compreender que mais de um aspecto pode ser estudado através de um mesmo experimento e que isso deve ser levado em conta.

Além disso, um experimento pode ser concebido com diferentes enfoques, tais como verificação, investigação e aprendizagem de técnicas. Sendo assim, é necessário preestabelecer os objetivos do experimento a ser estudado, estando claro para o professor o que se pretende alcançar com o vídeo. É importante ter em mente que a inadequação do experimento com os objetivos pode gerar um vídeo sem significados para os estudantes e tornar sua inserção inadequada e dispensável. É com base nesses elementos que o experimento deve ser escolhido.

Nessa etapa a criatividade é uma ferramenta importante. Diante do que se pretende enfatizar no vídeo, um experimento pode ser criado, modificado, adaptado, reproduzido, simulado e etc. Em meio aos recursos e possibilidade disponíveis, é do professor, a decisão de como fazê-lo.

Uma vez selecionado o experimento, propomos algumas questões elaboradas com base em nossa experiência, que permitem refletir sobre a abrangência, relevância, viabilidade e dinamização do experimento que devem ser respondidas antes das próximas etapas da construção:

1. O experimento é abrangente? A partir dele muito aspectos importantes do assunto a ser estudado podem ser discutidos? É simples? O experimento escolhido deve ser abrangente. Não deve estar restrito a uma simples constatação sem que outros aspectos possam ser estudados. Essa indagação permite que a ferramenta seja viável, pois diminui os recursos empregados sendo, ele, mais factível para o professor, que muitas vezes possui disponibilidade de tempo limitada. Em outras palavras, um experimento não abrangente faz com que o professor demande esforços para um estudo muito pontual. Não queremos dizer que um estudo pontual não possa ser realizado, mas que é nosso objetivo

promover uma ferramenta que facilite o emprego da atividade experimental no ensino de física e não que a dificulte. Além disso, a escolha de um experimento abrangente contribui para a superação de uma concepção simplista e analítica⁴ da atividade científica.

A simplicidade também é um elemento importante na escolha do experimento, ela está a favor da clareza do que se pretende estudar ou mostrar. Ela garante que o experimento vai ser esclarecedor e não o contrário, além de propiciar a dinamização do vídeo. Em nosso trabalho, presamos por experimentos que fosse bastante simples, que pudessem ser reproduzidos pelos estudantes sem um mediador, mas que apresentasse muitas possibilidades, por vezes não óbvias.

2. O estudante poderá fazer reflexões a partir do experimento escolhido? Assimilar os conteúdos estudados? Possibilitará a problematização do tema estudado? Um dos objetivos citados na literatura e importante para a realização de experimentos nas aulas de física é a assimilação entre os conteúdos estudados e fenômenos ao seu redor, presentes na natureza. O experimento pensado para a construção das vídeo-aulas deve articular a teoria e a prática e promover a superação da abstração das leis da Física. É essencial que ele possibilite ao estudante fazer reflexões sobre a teoria estudada previamente, ou sobre conteúdos introduzidos a partir desse. E também, sobre o próprio experimento, assim como o fenômeno. Desse, a partir das suas concepções prévias, o aluno poderá (re)construir conceitos, esclarecer suas próprias incógnitas e consolidar suas ideias. É necessário que a atividade escolhida permita ao estudante perceber os conteúdos na natureza, modelizada pela ciência, e suas dimensões tecnológicas, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante.

⁴ A concepção analítica pressupõe a construção do conhecimento de forma “parcelada”, conduzindo uma imagem fragmentada do conhecimento científico, ignorando qualquer tipo de relação entre os conhecimentos e as tentativas de unificação (Gil Pérez, 2002).

3. O experimento escolhido é relevante para o contexto da sala de aula?
Promove as competências pré-estabelecidos? Acima de tudo, o experimento estudado deve ter significado para os estudantes, deve ter importância. O experimento pensado precisa garantir as abordagens básicas do assunto estudado (ou a ser estudado), e as exceções (caso existam). É importante que o experimento escolhido se sobressaia diante das demais possibilidades que permitam o estudo da mesma gama de conteúdo. É crucial, que o experimento promova as competências pré-estabelecidas, conjunto de habilidades já especificadas e próprias ao assunto estudado, e a atividade científica proposta; caso contrário o vídeo produzido não apresentará sentido no contexto da sala de aula e da própria realidade do estudante. Ele será, para os estudantes, mais um material sem sentido que de nada serve.

Caso o experimento escolhido apresente-se positivamente diante das questões acima, e da proposta de ensino, ele poderá ser preparado e testado para a filmagem.

2.2.2 Filmagem: aspectos importantes

A filmagem do experimento sem dúvida é a etapa mais simples de todo o processo, entretanto alguns cuidados deverão ser tomados, caso contrário nenhuma análise poderá ser feita. Nesse contexto, a qualidade do vídeo é importante para atingir os objetivos pretendidos com o vídeo. Tendo isso em mente, o equipamento e o ambiente da filmagem podem ser estabelecidos.

O primeiro aspecto a ser levado em consideração é o equipamento a ser utilizado. Dependendo do que se almeja destacar e obter com o vídeo, a câmera será selecionada. Esta escolha pode variar entre câmeras sofisticadas, de uso profissional às câmeras comuns, como câmeras de celulares. Os equipamentos utilizados na tomada de vídeo irão depender do objeto de estudo. Se a intenção é fazer um estudo de um fenômeno que acontece rapidamente, como o movimento de uma flecha⁵, e

⁵ A velocidade de uma flecha depende de muitos fatores, como o material do arco e da flecha, aerodinâmica, e certamente depende do arqueiro. Em bons lançamentos, com bons arcos a velocidade atingida em média é 250km/h.

sofre grandes deformações será necessária uma câmera profissional, com alta resolução e alta taxa de quadros por segundo. Por outro lado, se o objetivo for estudar a velocidade do centro de massa de um carrinho de brinquedo em um trilho, uma câmera simples, com poucos quadros por segundo e baixa resolução será suficiente. Assim, estabelecemos que para uma boa tomada de vídeo, de fenômenos simples, deve-se utilizar uma câmera com taxa mínima de 30 (trinta) quadros por segundo e resolução de 5MP. A maioria das câmeras disponíveis no mercado, incluindo câmeras de celulares e câmeras não profissionais já possuem esses parâmetros. Comumente, o número de quadros por segundo podem ser informados e até selecionados nas configurações de vídeo da câmera. Além da resolução e o número de quadros por segundo (qps) é importante ficar atento para outras características da câmera, como velocidade e ângulo de abertura do obturador do dispositivo de captura de vídeo da câmera. Para o caso mais comuns, as configurações automáticas da câmera satisfazem a exigências mínimas para qualidade da filmagem. Entretanto, se o referido equipamento for uma *webcam* de *notebook*, essas configurações precisam ser ajustadas.

Além das características do equipamento de filmagem é importante ficar atento para o ambiente; este deve favorecer a tomada de vídeo. Desse modo, elementos como luminosidade, plano de fundo e contornos do vídeo devem ser bem observados. O ambiente deve ser bem iluminado e fazer contraste com os elementos do experimento.

Nesse ponto, é útil introduzirmos algumas considerações sobre o contraste. Segundo a Divisão de Processamento de Imagem (DPI), “o contraste entre dois objetos pode ser definido como a razão entre seus níveis de cinza médio”. E o realce por contraste objetiva melhorar a qualidade de imagem a sob os critérios subjetivos do olho humano. O realce permite uma melhor discriminação dos objetos presentes na imagem (DPI-INPE, 1996). De modo que para o interprete, haja mais confiabilidade na leitura dos aspectos da imagem. Uma cena realçada, oferece melhores condições para que a aquele que a analisa, resultando em uma interpretação segura dos elementos ali abordados. O realce de contraste pode ser realizado através do processamento digital de imagem, que consiste na manipulação de imagens por meio de recursos computacionais. Na filmagem dos experimentos, o realce dos elementos deve ser realizado diretamente, a partir da escolha dos itens que compõem o experimento levando em consideração as cores e os tons desses. Se o experimento a ser realizado

for um experimento de queda livre com bolinha, por exemplo, deve haver um contraste entre o plano de fundo e a bolinha. Esse contraste proporciona segurança na hora de definir, na análise futura, a posição do objeto. Quando necessário, o processamento digital de imagem pode ser realizado. Muitos recursos já estão disponíveis para essa tarefa, tais como softwares e tutoriais.

A luminosidade do ambiente também deve ser observada. Ao preparar o experimento para filmagem, deve ter em vista a luz do ambiente e a reflexão dessa. Conforme a disposição e o material dos itens do experimento, a visibilidade e, portanto, as análises podem ser comprometidas.

Em geral, os equipamentos para tomada de vídeo possuem ajuste automático ao ambiente, oferecendo a melhor cena para aquela situação. Mesmo os equipamentos mais simples já dispõem desse recurso.

É importante ficar atento as sombras que podem ser geradas e evitar mudanças no plano de fundo em uma mesma filmagem. Comumente os planos de fundo claros, como o branco, apresentam resultados melhores no produto da filmagem quando o experimento não possui elementos brancos. Essas condições favorecem a nitidez do vídeo.

O contorno do experimento também precisa ser observado. O campo visual da filmagem necessita conter os extremos do experimento. Para um experimento com movimento amplo, a câmera precisa ser posicionada afim da tomada de vídeo compreender toda a extensão do movimento do experimento do começo ao fim, estando o eixo da lente da câmera em uma direção perpendicular ao plano que contém a trajetória do elemento móvel do experimento.

O *zoom* da câmera também é importante. Caso necessite ser utilizado o *zoom* na filmagem, é preferível o uso de *zooms* ópticos, que diferentemente do digital, aproxima a imagem sem a perda na qualidade.

A filmagem deverá ser realizada com uma câmera sempre fixa. Para isso um tripé ou um suporte qualquer pode ser utilizado desde que a câmera não sofra vibrações e esteja sempre fixada a frente dos parâmetros a serem estudados, pois a instabilidade do equipamento de filmagem inviabilizam a análise do vídeo.

Um elemento importantíssimo para filmagem, sem o qual a análise do vídeo não é possível, é uma medida de referência. Essa pode ser uma régua, uma fita métrica ou qualquer elemento do experimento que se encontra fixo no quadro inicial e que tenha comprimento conhecido. A medida de referência permite que dados sejam

extraídos na videoanálise, a partir de uma conversão de uma escala real e uma escala virtual.

Esses elementos garantem uma filmagem nítida, com número de informações necessárias, que valorizam o objeto de estudo e minimizam as flutuações.

2.2.3 Análises

A análise do vídeo constitui a etapa mais importante da construção de vídeos e consiste no tratamento computacional do vídeo. Ela permite a extração de dados da filmagem e possibilita que objetivo do vídeo seja atingido. Sem ela, os demais processos não têm sentido. São nas análises que os parâmetros físicos são ressaltados e preparados para o estudo. A técnica que consiste em fazer uma análise minuciosa de uma tomada de vídeo de um fenômeno ou de um experimento através de ferramentas computacionais que relacionam o fenômeno estudado com grandezas observáveis da Física é chamada de vídeo análise. A vídeo análise não está restrita a fazer estudo de experimento de apenas de uma área da física – a Mecânica, ao contrário do que acredita a maioria, sua utilização é abrangente, sendo possível fazer análises de experimento e fenômenos de diversas áreas, como Óptica, Eletromagnetismo, Física Moderna e outras.

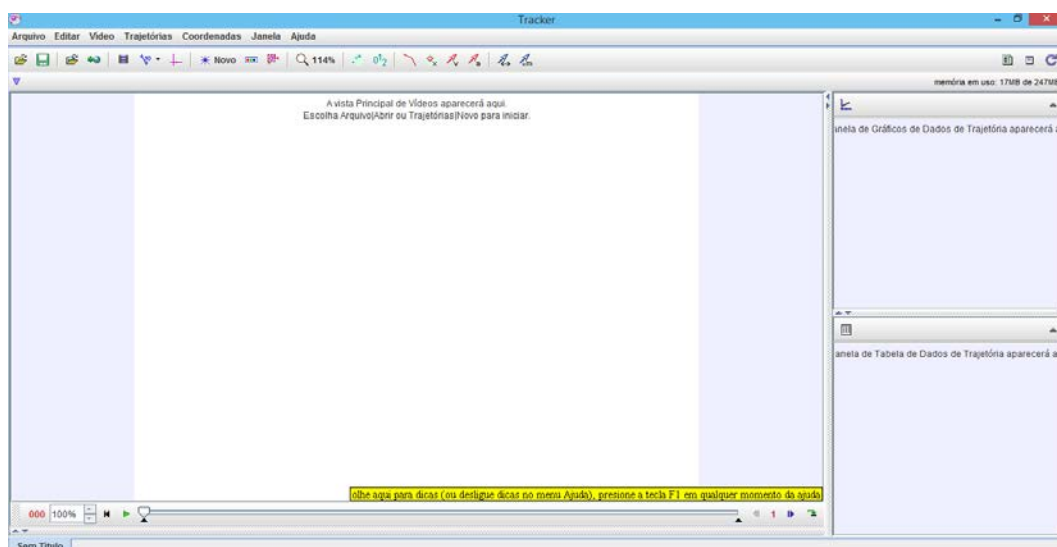
A partir da vídeo-análise, dados (grandezas observáveis) são inferidos do experimento, gráficos são construídos, vetores são representados, imagens estroboscópicas são geradas, fotos de momentos importantes do experimento, que irão compor os vídeos finais. As possibilidades são muitas, os elementos extraídos nessa etapa irão depender do objetivo do vídeo.

A videoanálise é realizada por meio de *softwares* apropriados para analisar e extrair grandezas (observáveis) de vídeos e imagens. Alguns desses *softwares* estão disponíveis gratuitamente. Para outros softwares, no entanto, é necessário adquirir as suas licenças. Em nosso trabalho utilizamos um *software* gratuito chamado de *Tracker* © na versão 4.91.

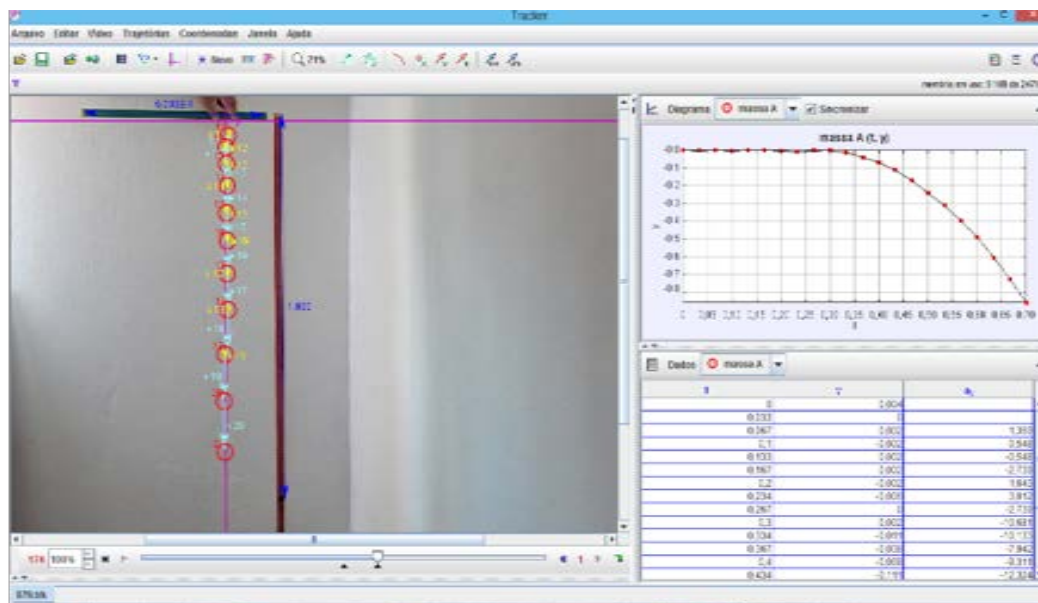
O TRACKER Video Analysis and Modeling Tool

O *TRACKER Video Analysis and Modeling Tool* foi desenvolvido pelo grupo *OPEN SOURCE PHYSICS (OPS) Java framework* para ser utilizados nos cursos introdutórios de física. Possui versão traduzida para português e pode ser utilizado nos sistemas operacionais Windows, MAC e LINUX. O quadro 2 organiza as principais informações técnicas desse software e um pequeno tutorial para instalação desse programa está disponível no anexo A.

O *Tracker* permite através da importação de um vídeo e sua análise quadro a quadro, determinar parâmetros a partir de uma medida de referência, rapidamente confeccionar diferentes gráficos, acompanhar o desenvolvimento do vídeo juntamente com os pontos nos gráficos, e fazer ajuste das curvas para o fenômeno físico estudado. Essas atividades podem ser realizadas apenas no intervalo de interesse. Além disso, o programa permite construir um modelo com parâmetros teóricos e compará-los com os experimentais. Este programa diferencia-se pela sua disponibilização gratuita para diferentes plataformas e pela facilidade de utilização. O Tracker dispõe ainda de uma biblioteca de vídeos e análises que exemplificam suas possibilidades e servem de base para começara a aprender a utilizar os seus recursos. A figura 1 exibe a interface do programa.



(a)



(b)

Figura 1 - Interface do software Tracker (a) sem vídeos ou gráficos inseridos que apresenta os botões principais utilizados para análise (b) análise de uma vídeo de queda livre de uma bolinha, que apresenta os aspectos principais da análise, como trajetória, vetores, gráfico e tabela de dados obtidos na análise

Quadro 2 Informações técnicas do software Tracker

Nome	TRACKER: <i>Video analysis and modeling tools</i>
Autor	Open Sauce Physics (OPS). Equipe de desenvolvimento: Equipe de desenvolvimento OSP: Wolfgang Christian (Íder), Douglas Brown, Mario Belloni, Anne Cox, Francisco Esquembre, Harvey Gould, Bill Junkin, Aaron Titus e Jan Tobochnik.
Descrição geral (dos autores)	Tracker é um software de análise de vídeo e ferramenta modelagem gratuita construído pela Open Source Physics quadro (OSP) Java. Ele é projetado para ser usado em cursos de introdução à física.

Sistemas operacionais compatíveis e versões disponíveis	Windows; Linux; Mac; versão 4.91
Idiomas	Disponível em 20 idiomas, incluindo inglês, francês, espanhol e português (PT e BR)
Tradutores	Tradução para o português (BR) de Arthur Nunes Santana, Arandi Ginane Bezerra Jr e Jorge Alberto Lenz
Características principais	- Rastreamento manual e automatizado de objetos com a posição, velocidade e aceleração e sobreposições de dados. Faixa de centro de massa, gráficos e vetores interativos com o vídeo. - cria, sobrepõem e sincroniza automaticamente modelos cinemática e dinâmica de partículas de massa de ponto e sistemas de dois corpos permitindo a comparação direta. - Filtros de vídeo, incluindo brilho e contraste. Correção de ângulo e distorção radial, distorção associada a lentes. Informa as principais características do filme. - Permite edição e transcodificação de vídeos, com ou sem sobreposição de gráficos, utilizando-se Tracker. - Múltiplas opções de calibração: fita, vara, pontos de calibração e / ou origem. Fornece medições fáceis. - Definir variáveis personalizadas para plotagem e análise.

	- Permite comentários, diálogos me caixa de texto e exibição de página html. - Ferramenta de análise de dados inclui ajuste automático de diversas curvas, espectro de Fourier, cálculo de áreas, somas e etc., no modo automático e manual. - Exportação formatado ou os dados em bruto para um arquivo de texto ou delimitado a área de transferência. Possui recurso de biblioteca digital de fácil utilização.
Lançamento da última versão	Outubro de 2015 (versão4.91)
Requisitos do sistema	- Windows (7, 8, Vista, XP): 32-bit ou 64 bits Java 1.6+ VM e ter instalado Xuggle e QuickTime, -Mac OSX (10.5+): 64-bit Java 1.6+ VM e ter instalado o Xuggle ou um 32-bit Java VM e ter instalado QuickTime. - Linux (testado no Ubuntu): O Tracker deve ser executado em um Java VM 1.6 +.
Licenciamento e redistribuição	Tracker é um software livre; pode ser redistribuído e / ou modificá-lo sob os termos da GNU (General Public License – Licença Pública Geral) conforme publicada pela Free Software Foundation;
Formatos de entrada	Compatível com maioria dos formatos de vídeo (.mov / .avi / .FLV / .mp4 / .wmv, etc.) em Windows / OSX / Linux.
Formatos de saída	Saída em diversos formatos como .trk, /.gif / .mov/.jpg/.png/.mp4 e etc., em Windows/ OSX/ Linux

Site para download	http://physlets.org/tracker/
Tutoriais disponíveis em	http://physlets.org/tracker/ e http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.html
Contato	Desenvolvedor (Douglas Brown): dobrown@cabrillo.edu / http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/ OPS: http://www.opensourcephysics.org/

Fonte: Tracker ©

Na análise de vídeo, o estudo do fenômeno é realizado a partir da base de tempo do que equipamento utilizado para filmar o experimento, o programa utilizado na análise determina com base na taxa de quadros por segundo em que foi realizada a filmagem. Durante a análise do vídeo, uma medida de referência é informada ao programa que converte a escala real, no espaço físico para uma escala em *pixel*⁶. Assim, com informações de tempo e espaço o programa computacional determina outras grandezas e constroem gráficos a partir das relações físicas e matemáticas que modelam o fenômeno.

Os processos de análise são simples. Iremos exemplificar as etapas do processo a partir do vídeo do movimento bidimensional de uma bolinha da biblioteca do Tracker. O processo dá-se início com “importação” do vídeo do experimento no programa de análise (*Tracker*) e determinamos o intervalo de quadros de interesse para o estudo (o quadro inicial e final no vídeo). A seguir definimos o comprimento da medida de referência, que servirá para criar um fator de conversão entre as medidas reais e virtuais, que será a mesma durante toda a análise e os eixos do sistema de coordenadas e origem, observe a figura 2 (a). Feito o processo inicial, informamos ao programa qual o elemento (ponto de massa) estudado no vídeo, e determinamos sua posição quadro a quadro. A esse procedimento damos o nome de “*trackear*”. Esse processo é minucioso e exige precisão, é necessário determinar o ponto (pixel) mais próximo do centro de massa para conferir qualidade nos resultados da análise. O

⁶ Um pixel é formado por um conjunto de 3 pontos coloridos que compõem a imagem.

Tracker possui um recurso “autotracker” que determina automaticamente a posição da massa (elemento móvel) e elimina a necessidade manual desse processo. Simultaneamente a determinação da posição do elemento móvel, o software nos fornece uma série de dados inferido do vídeo em forma de tabela e gráficos (Figura 2(b)). Um recurso permite escolher os dados e gráficos de interesse para o estudo. Por fim, podemos realizar estudos dos dados, gráficos, criar modelos e expressar os vetores velocidade e aceleração como exibe a figura 2 (c) e 2(d).

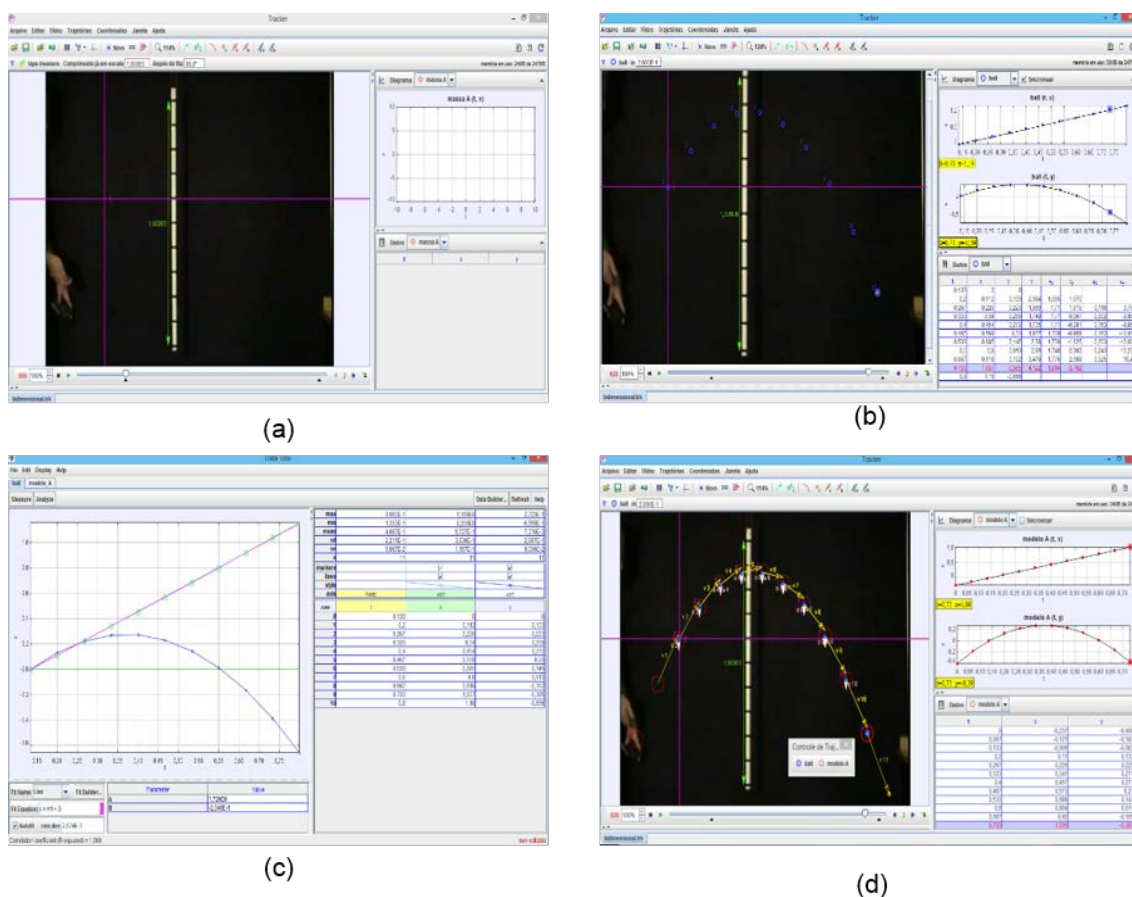


Figura 2 - Interface dos elementos da vídeo análise de um movimento bidimensional de uma bolinha no Tracker: (a) Importação da Fita de calibração, medida em unidades S, (fita amarela)), eixos do sistema de coordenadas e origem (linhas roxas), intervalo de interesse marcado no vídeo (marcação na barra de evolução temporal do vídeo); (b) marcação da posição do elemento móvel quadro a quadro (trajetória em azul), tabela de dados e gráfico fornecidos; (c) análise dos gráfico obtidos e ajuste das curvas ; (d) criação de modelo teórico (trajetória em vermelho) e ilustração dos vetores velocidade e aceleração (vetores amarelos e brancos respectivamente).

Uma vez encerrada a análise, deve seguir para a próxima etapa: complemento e edição

Esta etapa fundamenta-se na videoanálise e dada a sua importância, reservaremos uma sessão para ampliar os conceitos sobre esse recurso.

2.2.3.1 Vídeo Análise para fins educacionais

Com o desenvolvimento da tecnologia, mais precisamente com a ampliação dos recursos computacionais e equipamentos de câmeras de vídeos, que constantemente são aprimorados e, conseqüentemente, a obtenção de vídeos em melhores definições, com qualidade profissional, viu-se na união desses recursos a possibilidade de estudar diversos aspectos que ao olho humano não seriam tão eficazes.

A videoanálise, como sua denominação sugere, consiste em uma técnica para analisar uma tomada de vídeo de um certo fenômeno através de perspectiva científica. Essa técnica traz consigo muitas possibilidades e não exprime uma exigência ou regra geral para sua utilização.

A videoanálise é atualmente amplamente difundida no mundo dos esportes. Os cientistas viram na utilização desse recurso uma possibilidade de obtenção de melhores resultados para esportistas e fizeram assim uma nova herança no mundo dos esportes. A partir da análise de um vídeo da atuação dos atletas em treinos e campeonatos, realizando estudo dos seus movimentos e técnicas, é possível identificar erros, aprimorar técnicas e determinar parâmetros para o melhoramento do desempenho desses profissionais.

Na perspectiva educacional, a utilização desse recurso ainda é emergente. Embora o filme tenha sido um dos primeiros recursos multimidiáticos a ser utilizados em sala de aula (KING, 1999), com o objetivo de ilustrar, divertir, ensinar e etc., o aluno foi espectador nesse processo e a videoanálise têm sido inserida na educação na última década. A popularização das câmeras, criação e disponibilização de programas computacionais que editam e reproduzem vídeos que acabaram por incentivar uma desenfreada produção de vídeos com diversos temas finalidade,

incluindo temas científicos e experiências. Esses fatores e a criação de plataformas como *YouTube*, contribuem para que a utilização de vídeos, atualmente, seja um dos recursos mais empregados em âmbito educacional.

Esses aspectos, associados a disponibilização de softwares que permitem analisar e estudar fenômenos físicos a partir de vídeos, fazem da videoanálise uma ferramenta pedagógica poderosa no processo de ensino-aprendizagem de Física pondo o aluno numa perspectiva ativa diante da sua própria aprendizagem. A videoanálise proporciona uma dinamização da prática pedagógica, uma aproximação entre a ciência e o estudante, incentiva o senso investigativo, promove a conexão entre o conteúdo em estudo e os fenômenos, a aproximação com a natureza das Ciências.

Através da videoanálise é possível estudar grandezas observáveis da Física. A análise do vídeo possibilita realizar estudos de grandezas importantes do movimento como deslocamento, velocidade, aceleração, quantidade de movimento, estudar conservação de energia, estudar aspectos importantes da mecânica, óptica, eletromagnetismos e outras áreas da física. Para fazer tais estudos é necessário a utilização de um software apropriado para realizar essas funções. Atualmente existe um bom número de softwares disponível para realizar vídeo análise, entretanto a destinação desses softwares à educação e de forma gratuita é bastante limitada. Alguns dos programas disponíveis para vídeo análise são:

- *LOGGER PRO 3* criado pelo Grupo Vernier Software & Technology (<http://www.vernier.com>), é um programa que realiza análise de tomada de vídeo, oferecendo diversos recursos para videoanálise com análise de experimentos e criação de modelos, recursos de cálculo diferencial e integral, ferramentas estatísticas. O programa dispõe de uma biblioteca de vídeos exemplos e possibilita o estudo de parâmetros como temperatura e campo magnético através de sensores. Disponível para plataforma do *Windows* (versão 3.10.1) e *Mac* (versão 3.10.2), sua licença precisa ser adquirida, mas há uma versão gratuita limitada disponível e pode ser obtida através do site do grupo (<http://www.vernier.com/downloads/>). Uma tutorial para utilização do *LOGGER PRO 3* encontra-se disponível em (<http://www.vernier.com/support/manuals/>).

- *MOTION PRO*, desenvolvido pelo CyberAccess123, é um software com recursos de vídeo análise voltada para análise do movimento, destaca-se por oferecer análises específicas do movimento e técnicas em esportes. Encontra-se disponível para os sistemas operações *Windows* e *Mac*. Sua licença precisa ser adquirida, mas o *MOTION PRO* dispõe de uma versão limitada gratuita que pode obtida no site do software (<http://www.motionprosoftware.com/storesale.htm>) e um tutorial encontra-se disponível em (<http://www.motionprosoftware.com/video-analysis-software-tutorial.htm>).
- *PRO -TRAINER MOTION ANALYSIS* pertence a companhia Sport Motion (<http://www.sportsmotion.com/>) e oferece análise de vídeos para o estudo do movimento. Embora seja direcionado a performances de esportistas e ao estudo médico dessas, ele pode ser utilizado para o estudo do movimento em geral, permitindo o estudo de grandezas fundamentais da Mecânica. É suportado pelas plataformas do *Windows* e *Mac* e pode ser adquirido através do site da Sport Motion, o download do produto pode ser afeito no mesmo site (<http://www.sportsmotion.com/download.htm>).
- O *TRACKER* é um software de análise de vídeo e modelagem de fenômenos físicos totalmente gratuito, desenvolvido pela *Open Source Physics (OSP) Java framework* (<http://www.opensourcephysics.org/>). Ele é projetado para ser usado em na área de educação e apresenta ferramentas para estudo de parâmetros físicos que se destinam a diversas áreas da física, não sendo restrito à análise do movimento. O Tracker está disponível para os sistemas operacionais: *Windows*, *Mac* e *Linux*. Possui versão em português e pode ser obtido através do site (<http://physlets.org/tracker/>). Um tutorial em português para sua utilização está disponível em <http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.html>.

2.2.4 Complementos e edições.

A nossa proposta de construção de vídeos com enfoque experimental não está limitada a vídeo análise. É fato que ela compõe a parte mais importante de todo o processo, mas para construir vídeos com a proposta de uma ferramenta didática para o ensino médio é preciso que contenha no vídeo uma pequena introdução teórica, a explicitação do roteiro experimental e discussões dos resultados. Esses itens, que integram o vídeo juntamente com o produto da análise, denominamos de complementos. Os complementos e edições geram o vídeo final.

Essa etapa consiste em construir pequenos vídeos abordando o roteiro experimental, a análise dos dados e alguns tópicos que fundamentam a experiência. A construção desses vídeos pode ser feita de diversas formas: animações, slides, imagens que formarão frames de um vídeo e outros.

Em nosso trabalho para construir os complementos nós utilizamos alguns recursos computacionais como softwares para gravar a tela do computador, criadores de slides, e recursos para editar vídeos e imagens. Para explicitar essas construções, iremos separar o vídeo em três partes e apresentar os recursos úteis e disponíveis para a realização do processo:

1. Introdução e fundamentação teórica: consiste em apresentar os pontos essenciais do assunto que devem anteceder à introdução do experimento no vídeo. Para isso, pode-se utilizar animações, construções sucessivas de slides que compõem os quadros do vídeo e outras ferramentas que estejam acessíveis àqueles que irão construir o vídeo. Em nosso trabalho usamos os recursos de animações em um construtor de slides. Esse recurso é encontrado em pacotes de aplicativos para os sistemas operacionais: Windows, Mac e Linux (gratuito). A figura 3 reúne alguns quadros do vídeo que ilustram o produto dessa etapa.

No vídeo “Determinando a aceleração da gravidade” (ver figura 3(a)) utilizamos um roteiro experimental para determinar a aceleração da gravidade a partir da queda livre de uma bolinha de gude. Nos complementos iniciais foram criadas animações em slides para abordar os principais tópicos do estudo desse assunto, contendo uma perspectiva histórica acerca do “pensar sobre a gravidade” (fig. 3 (b-c)). Foram incluídos nesses, alguns pensadores sobre o assunto, como Aristóteles (384-322

a.C.), Galileu Galilei(1564-1642) e Isaac Newton(1643-1727), valores de referências (fig. 3 (d-e)) e algumas equações relevantes para o estudo (fig. 3(f)).



Figura 3 - Quadros da introdução e fundamentação teórica do vídeo “Determinando a aceleração da gravidade”(a) Introdução; apresentação de estudiosos da gravidade: (b) Aristóteles; (C) Galileu Galilei; (d) definição de aceleração; (e) lei da gravitação universal e (f) valor teórico de referência para gravidade ao nível do mar e latitude de 45°.

Após a criação da introdução e fundamentação teórica do modelo teórico utilizado, a tela da apresentação de slides foi gravada e narrada, gerando a primeira parte do vídeo que irá completar as demais para o produto final

Alguns programas para construção de slides dispõem de recursos de narração e gravação de tela. Nesse trabalho foi utilizado o *SIMPLE SCREEN RECORDER*, um programa para a plataforma do Linux (gratuito), desenvolvido pela Maarten Baert (<http://www.maartenbaert.be>) e tradução para o português realizada por Paulo Milliet Roque, Rafael Ferreira. O Simple Screen Recorder é um programa para gravação de tela em alta definição com áudio direcionado para programas e jogos, que permite edições simples do vídeo gerado em sua própria interface. O download do programa pode ser efetuado através do site

<http://www.maartenbaert.be/offlineversion.php?category=5> e um tutorial do programa encontra-se disponível na página do Maaarten Baert.

2. Experimento: esta etapa fundamenta-se na apresentação da realização do experimento e características experimentais como material utilizado, montagem e imagens do experimento e apresentação de fatores importante para a atividade experimental.

A figura 4 reúne quadros dessa etapa no vídeo “Determinando a aceleração da gravidade”. A seleção de quadros exprime as informações ao telespectador sobre a realização do experimento: em que consiste o experimento (Fig. 4(a)), o material utilizado (Fig. 4(c)), informações cruciais sobre o material (Fig. 4(d)), montagem do experimento (Fig. 4(e)) e o que fazer com o material gerado (4(f)). Esses processos conferem ao aluno autonomia para realizar o experimento por conta própria, caso tenha interesse; ela assegura que o estudante esteja ciente de todos os processos do experimento e compreenda a importância de certos cuidados.

Os recursos para a criação do corte do vídeo são os mesmo para todaS as etapas, cabe aos criadores selecionar aqueles que são os melhores para desenvolvê-los. Novamente ,nessa etapa foram utilizadas animações em slides gravadas e narradas.

3. Análise e discussões dos resultados: compreende a videoanálise do experimento, passo a passo e discussões dos dados por ela obtidos, análises de gráficos, representação vetorial e discussões do resultado. Nesse processo deve-se apontar a conexão entre os dados obtidos e a teoria relacionada, assinalando os desvios e as suas causas. A construção dos cortes de vídeo nessa etapa dá-se através da gravação e narração da tela de análise dos vídeos, e de slides com os resultados e pontos importante da discussão desses. A figura 5 exhibe alguns quadros das análises do experimento e discussões dos resultados.

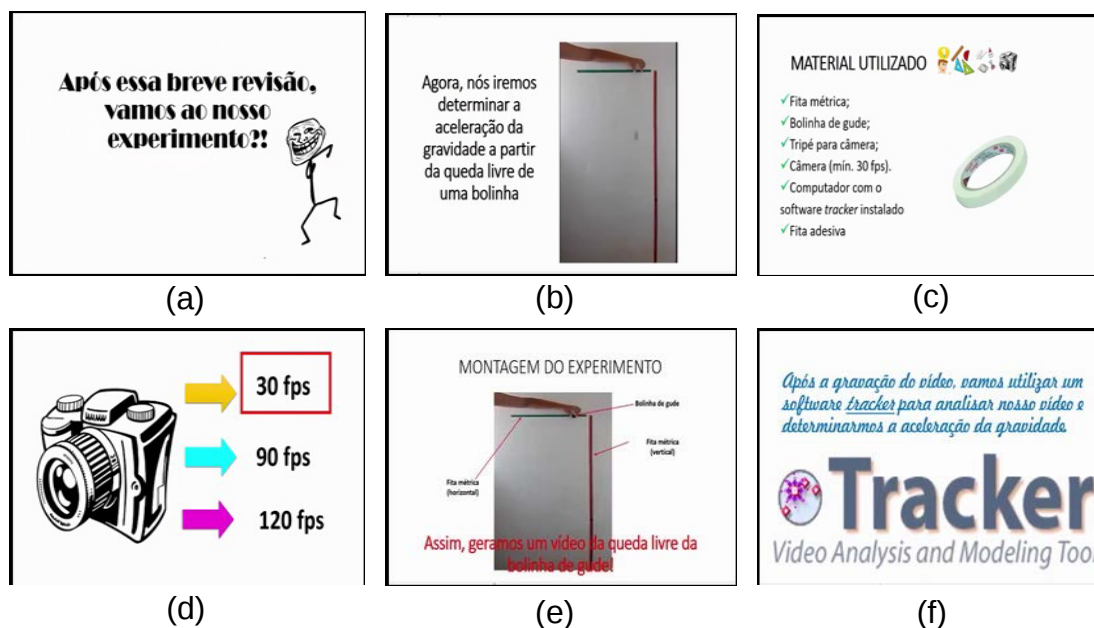


Figura 4 - Quadros das informações básicas do roteiro experimental contido no vídeo "Determinando a aceleração da gravidade" a) Introdução ao roteiro experimental; b) finalidade do roteiro experimental; c) material utilizado no experimento; d) características do material utilizado (câmera); e) montagem do experimento; f) destinação do produto do experimento.

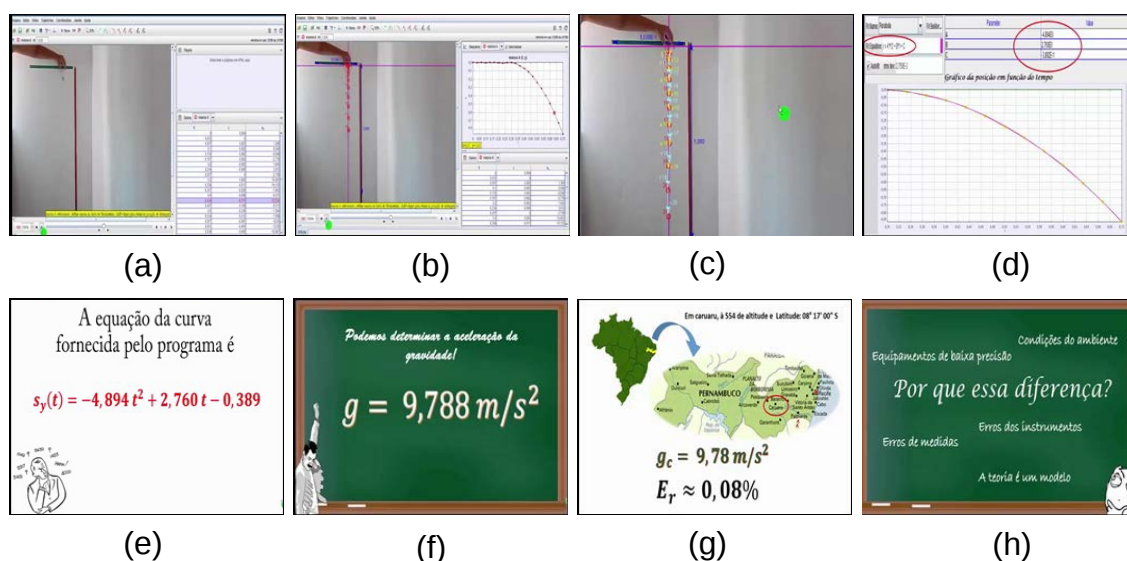


Figura 5 - Quadros da análise e discussões do resultados contidos no vídeo "Determinando a aceleração da gravidade: a) Determinação das medidas de referências e coordenadas; b) trajetória do copo móvel, dados e gráfico fornecidos pelo Tracker na vídeo análise. c) explicitação dos vetores velocidade e aceleração ao longo da trajetória; d) ajuste da curva obtida e análise dos parâmetros da curva; e) equação da curva fornecida pelo Tracker; f) valor experimental obtido para a gravidade; g) comparação entre o valor teórico da gravidade na região em que foi realizado o experimento e valor obtido, obtenção do erro relativo; h) possíveis causas das discrepâncias entre o valor teórico e o valor experimental da gravidade.

4. Encerramentos: consiste em gerar um vídeo com agradecimentos, referências e ficha técnica. Esta etapa fornece fontes para pesquisas futuras dos estudantes e reconhece o trabalho daqueles que estavam envolvidos nesse processo.

Construídos os cortes do vídeo, o próximo passo é realizada em um editor de vídeo e consiste em unir os cortes, incluir legendas, narrações, efeitos sonoros, trilhas sonoras e outros elementos que possam compor o vídeo. Utilizamos em nosso trabalho o editor de vídeos *Cinelerra*.

O *CINELERRA* é um programa para edição de vídeos com ferramentas avançadas que permitem realizar diversas tarefas. Desenvolvido pelo *Heroine Virtual* é um programa profissional de fácil manuseio, totalmente gratuito, disponível para a plataforma do *Linux*, que possibilita a utilização de recursos modernos. Disponível em português, o *Cinelerra* possui numerosas ferramentas para edição de mídias: corte e junção de vídeos, mascaras, inserção de efeitos sonoros e animações, *chroma key*, legendas, e muitos outros. Encontra-se disponível para download na página no programa (<http://cinelerra.org/2015/index.php>), lá também é possível acessar um tutorial em português. A figura 6 exibe a interface do programa.

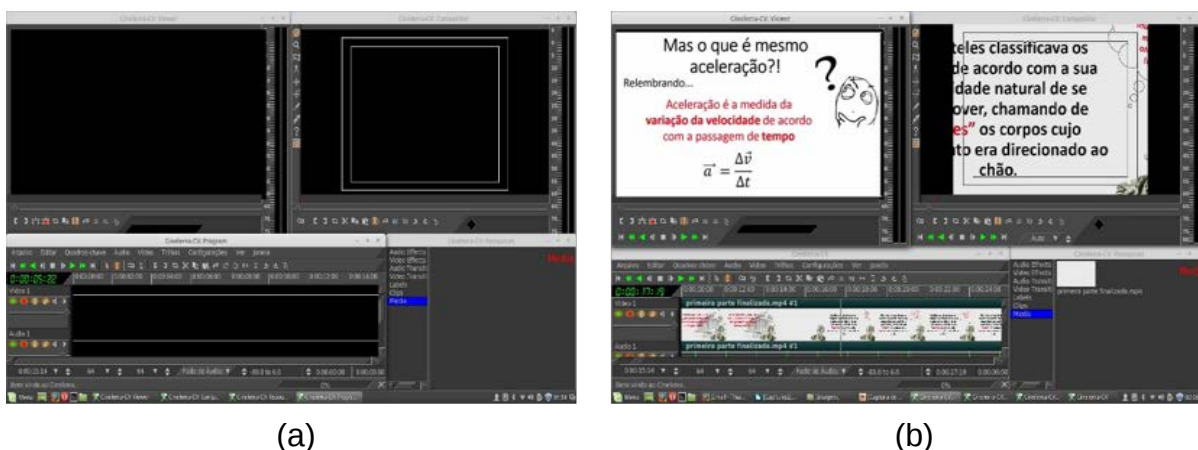


Figura 6 - Interface do cinelerra: a) botões principais; b) edição de vídeo.

Outros softwares para edição de vídeos podem ser utilizados, há um grande número de programas disponíveis para diversos sistemas operacionais. Alguns editores de vídeo de fácil utilização e acesso gratuito que podem ser utilizados na construção de vídeo são:

- AVIDEMUX, criado pelo Fixounet (<http://fixounet.free.fr/avidemux/index.html>) disponível para os sistemas operacionais Linux (versão 2.6.11Beta1); Windows (versão 2.6.11Beta1), XP não compatível; Mac (versão 2.6.11beta1 Mountain Lion 64bits, o *Avidemux* é editor de vídeo específico para edições simples. Suporta muitos tipos de arquivos e as tarefas podem ser automatizadas usando o processo de multitarefas. Pode ser obtido através do site <http://fixounet.free.fr/avidemux/download.html>.
- *PiViTi* é um editor de vídeos de código aberto e apresenta muitas ferramentas para a edição de mídias. PiTiVi é um programa escrito em Python e baseado nas bibliotecas Gtk+ e GStreamer que apresenta diversas possibilidades para edições e reproduções de vídeos. Um aplicativo da organização *Piviti* (<http://www.pitivi.org>) está disponível para a plataforma do Linux, seu download pode ser efetuado através da página do Paviti (<http://www.pitivi.org/?go=download>).

2.2.4 Finalização

Os erros são comuns em todas as atividades humanas, não poderia ser diferente nessa. A finalização compreende a revisão do vídeo em sua versão final para identificar e corrigir, e até alterar alguns elementos que podem levar a confusões, equívocos ou comprometer o objetivo e qualidade do vídeo. Os vídeos são ferramentas com diversas vantagens em uma perspectiva educacional, entretanto sua eficácia depende do seu uso coerente e reflexivo. Para isso são necessárias avaliações durante toda a construção de vídeos e cuidados quanto a existência de erros.

Por vezes erros passam despercebidos à equipe de produção por estarem bastante familiarizados com o processo de construção do vídeo e as ideias estarem bem estabelecidas para esses. Uma revisão realizada por alguém menos envolvido no processo pode ser mais eficaz no procedimento de identificação desses equívocos. Desse modo, a finalização é um procedimento fundamental no processo de construção de vídeos ela termina por garantir que o vídeo contenha a proposta inicialmente preestabelecida.

Capítulo 3

Vídeos produzidos

3.1 Introdução

Este trabalho enquanto pesquisa ação teve início com o desenvolvimento do material didático: vídeos com enfoque experimental. Os supracitados vídeos foram desenvolvidos para servir de material amostral, para ilustrar a referida proposta e mostrar suas possibilidades. Neste capítulo apresentaremos, de forma sucinta, quatro vídeos desenvolvidos ao longo deste trabalho, fazendo *links* entre os processos anteriormente apresentados e os vídeos produzidos. O leitor poderá ter acesso aos vídeos através do link do canal do *YouTube*: https://www.youtube.com/channel/UCMt7ghfOe5DQHQg_-1N637w ou por meio de um DVD (Digital Versatile Disc/ Disco Digital Versátil) que integra esta monografia.

3.2 Material didático produzido.

Neste trabalho foram produzidos alguns vídeos que ilustram a proposta de ferramenta didática apresentado nesta monografia. Os vídeos foram construídos individualmente, de modo que o início de construção do próximo só aconteceu quando o anterior foi finalizado. Essa construção deu-se de forma processual e tornou mais claras as etapas comuns ao desenvolvimento dos vídeos, permitindo subdividir a metodologia de construção nas etapas descritas no capítulo anterior. O processo inicial de construção compreende algumas exigências didáticas e experimentais que estavam estabelecidas antes mesmo do início de produção de qualquer material. Estes requisitos estão ligados a uma proposta reflexiva das atividades laboratoriais em âmbito escolar. Assim, é importante ressaltar a importância do planejamento que antecede qualquer prática laboratorial, predefinição de objetivos e adequação da atividade.

Os vídeos produzidos neste trabalho são:

- Vídeo 1 - Determinando a aceleração da gravidade: apresenta uma proposta simplificada para determinar a aceleração da gravidade a partir da tomada de vídeo da queda livre de uma bolinha utilizando o recurso de vídeo análise. O vídeo contém uma revisão breve sobre pontos importante e interessante do assunto, sendo apresentados por animações. A mídia também é composta por discussões do valor obtido, comparação entre valor teórico da gravidade para a cidade de Caruaru, e o valor experimental, apresentação do erro relativo e das possíveis causas para as discrepâncias entre os resultados.
- Vídeo 2 -Pêndulo simples: introdução ao estudo do MHS: o vídeo introduz o estudo do Movimento Harmônico Simples (MHS) por animações e exibe um experimento do pêndulo simples, fazendo o tratamento das principais características do MHS, como determinação das funções deslocamento, velocidade e aceleração de oscilações para o caso. A partir da vdeoanálise do experimento é determinado a frequência e o período de oscilações, esses também são estabelecidos de modo teórico a fim de estabelecer uma comparação entre os resultados. O vídeo contém explicações de como os resultados são inferidos e os gráficos construídos. O vídeo conecta a teoria estudada com a prática realizada.
- Vídeo 3 - Movimento Harmônico Simples Amortecido: por meio da tomada de vídeo de um sistema de amortecimento de massa- mola em líquidos de densidades diferentes é realizado um estudo qualitativo e quantitativo do movimento harmônico simples amortecido. No vídeo é apresentado uma breve revisão do MHS e é introduzido os elementos teóricos do MHS amortecido. Fazendo análises dos experimentos é calculado a frequência angular do oscilador amortecido e estabelecido a função do deslocamento. A partir dos gráficos gerados é introduzido um estudo das amplitudes e frequências de oscilações e tipo de amortecimento em detrimento do coeficiente de amortecimento e das constantes elásticas da mola.
- Vídeo 4 – Movimento bidimensional: a partir do lançamento oblíquo de uma bolinha em trajetória é realizado um estudo movimento em duas dimensões determinando alcance máximo e altura máxima.

Além disso, o movimento é analisado a partir de gráficos. O vídeo introduz os elementos essenciais do movimento em duas direções e apresenta diversas maneiras em que o movimento aparece no cotidiano.

A figura 7 exibe alguns quadros das aberturas dos quatro vídeos citados acima.

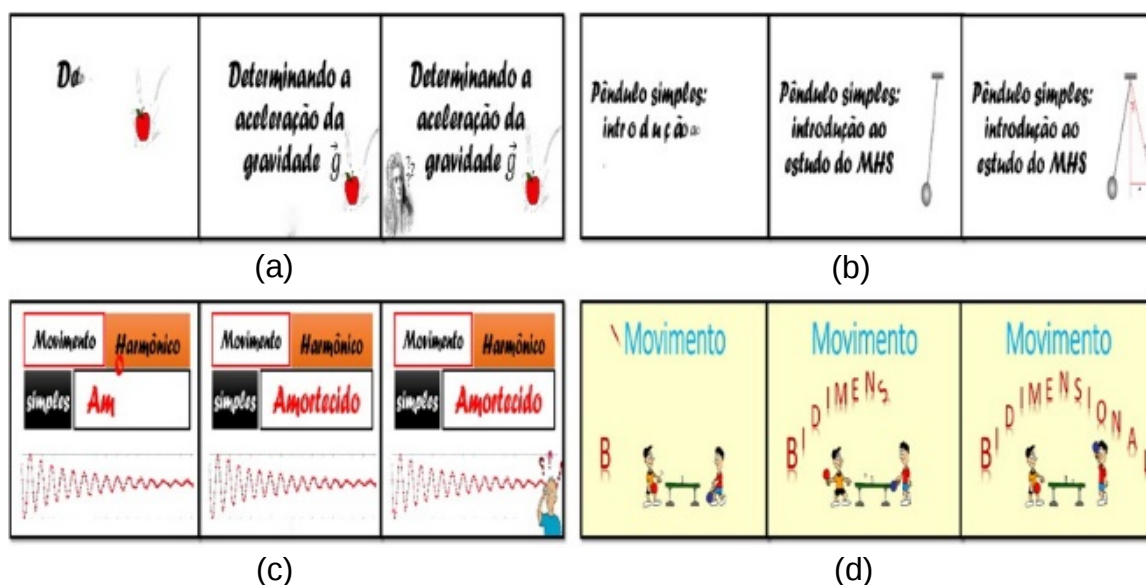


Figura 7 - Seleção de quadros da abertura de vídeos com enfoque experimental: a) Determinando a aceleração da gravidade; b) Pêndulo simples: introdução ao MHS; c) Movimento harmônico simples amortecido; d) Movimento bidimensional.

A construção dos vídeos tem início na escolha do experimento. Nesse trabalho procuramos experimento simples em sua execução, acessível, que pudessem ser reproduzidos posteriormente por alunos, a fim de que esses conferissem habilidades e autonomia experimental. Os experimentos escolhidos também são abrangentes, e conectam elementos do dia a dia com o assunto estudado ou conduzem para superar abstrações no conteúdo.

As escolhas apresentaram-se positivamente diante das questões lançadas para a avaliar a escolha do experimento. Eles permitem (re)construir conceitos, estruturar ideias, conectar teoria e prática, apresentar possibilidade para introduzir outros estudos, e promove competências.

O quadro 3 organiza as descrições dos experimentos realizados em cada um dos vídeos e alguns objetivos preestabelecidos para o experimento.

Quadro 3. Descrição dos experimentos realizado e dos objetivos pré-estabelecidos para o vídeo

Experimento	Descrição do Experimento	Objetivos principais
Experimento 1: determinando a aceleração da gravidade	A partir de uma tomada de vídeo da queda livre de uma bolinha de gude, construir um gráfico do movimento e utilizar as equações da cinemática para determinar a aceleração da gravidade para o local em questão.	- Explorar o conceito de velocidade; - Mostrar as características da queda livre dos corpos. - Determinar a aceleração da gravidade; - Mostrar as dependências do valor obtido e o local em que o experimento foi realizado; - Explicitar o erro relativo e apontar as possíveis causas entre as discrepâncias dos valores experimentais e teóricos.
Experimento 2: Estudando o pêndulo simples.	O experimento consiste em realizar uma tomada de vídeo das oscilações de um pêndulo simples e utilizando o recurso de vídeo análise extrair dados para determinar as equações do movimento harmônico simples (MHS) e o período de oscilação do pêndulo.	- Apresentar as principais características do MHS e mostrar que o pêndulo simples, para certas condições realiza um MHS. - Mostrar que o período depende apenas do comprimento do fio, e não de sua massa. - Construir gráficos e encontrar as equações do MHS para o pêndulo do experimento. - Determinar o período do pêndulo utilizando dois métodos diferente,

		um teórico e outro experimental e comprar os resultados.
Experimento 3: oscilações amortecidas.	Utilizando dois sistema massa mola, com molas de constantes elásticas distintas, amortecidos em 3 líquidos com densidades diferentes , analisar o amortecimento do sistema.	- Apresentar as características de um movimento amortecido. - Exibir qual equação são próprias do MHS amortecido e fazer conexões com o MHS - Construir gráficos do deslocamento do elemento móvel e estudar suas amplitudes, frequências e amortecimento, mostrando as relações de dependências das amplitudes de oscilações e frequência angular de amortecimento com a constante elástica da mola e o coeficiente de amortecimento. - Determinar a frequência angular de amortecimento.
Experimento 4: Lançamento oblíquo.	Realizar um estudo do movimento em duas dimensões a partir do lançamento oblíquo de uma bolinha.	- Mostrar as principais características do movimento em duas dimensões. - Construir gráficos do movimento. -Determinar as equações do movimento horizontal e vertical. - Encontrar a velocidade inicial do projétil, o ângulo de lançamento, o alcance e altura máxima da trajetória.

Subsequente a escolha do experimento deu-se início aos testes do equipamento. Durante os testes realizamos as adaptações necessárias para que o experimento fosse apresentado da forma mais clara possível e que o objeto de estudo recebesse destaque nas futuras filmagens, uma vez que os estudantes não terão acesso ao experimento em três dimensões.

O material utilizado na realização da atividade foi de fácil acesso, quando um material menos acessível foi utilizado (como quites de laboratórios) apresentamos uma proposta alternativa de materiais. Os experimentos foram construídos tendo em vista a utilização de recursos disponíveis no cotidiano de boa parte das pessoas, como bolinhas, arruelas, barbantes, molas e etc. A simplicidade do material torna os experimentos mais acessíveis e interessantes, uma vez que o fenômeno é facilmente reproduzido e rico para a exploração de conceitos físicos. Para ilustrar vamos tomar como exemplo o vídeo 1, a simples queda livre de uma bolinha, ação cotidiana, traz consigo a possibilidade de determinar a aceleração da gravidade e estudar, a partir a partir deste, elementos básicos desse assunto.

A gravação de cada um dos experimentos serviu de subsídios para a aplicar melhoria as próximas gravações. Cada tomada de vídeo foi realizada levando em consideração os cuidados essenciais para preservar a qualidade dos resultados. A câmera utilizada para a filmagem foi uma câmera semiprofissional e todos os experimentos foram gravados com a taxa de 30 q.p.s (quadros por segundo). Para apoiar a câmera foi feito uso de um tripé. Em nenhuma das gravações foi utilizado o recurso de zoom. Os experimentos foram realizados em ambiente bem iluminado, cujo elemento móvel apresenta contraste em relação ao plano de fundo, conforme exibe a figura 8. Pode-se observar que em todos os casos foram utilizados instrumentos com escala própria como medidas de referências. A utilização desses

instrumentos teve intuito facilitar a compreensão de conversão de escala real para virtual.

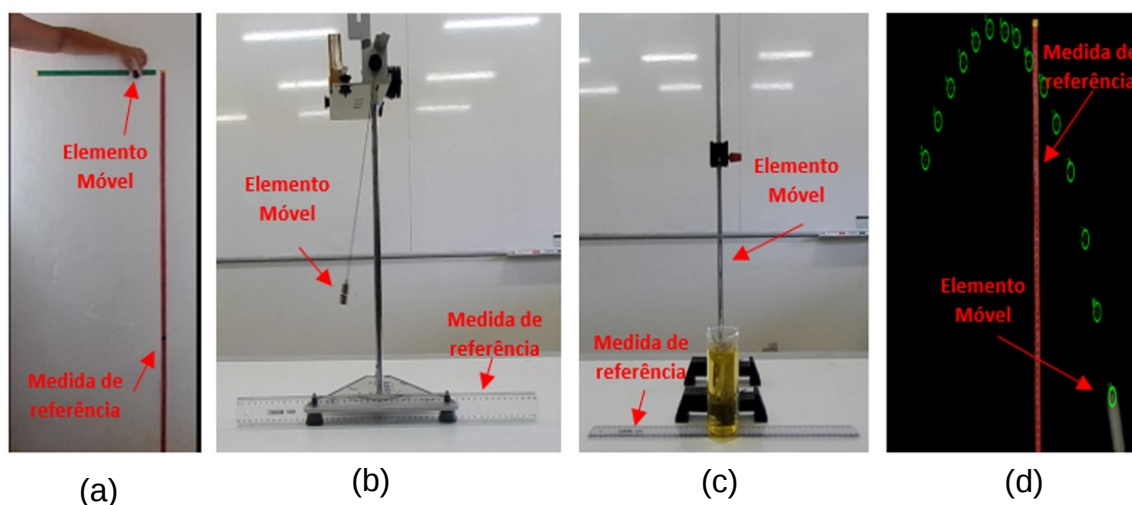


Figura 8 - Experimentos a) Queda livre de uma bolinha de gude; b) Pêndulo simples; c) Oscilações amortecidas em óleo; d) Lançamento oblíquo de uma bolinha.

A partir das tomadas de vídeos, o Tracker foi utilizado para fazer as análises das grandezas observáveis dos referidos experimentos. Estabelecendo o sistema de coordenadas, informando o valor correspondente da medida de referência e determinando a posição do elemento móvel quadro a quadro, utilizamos os valores. A figura 9 exibe esses processos.

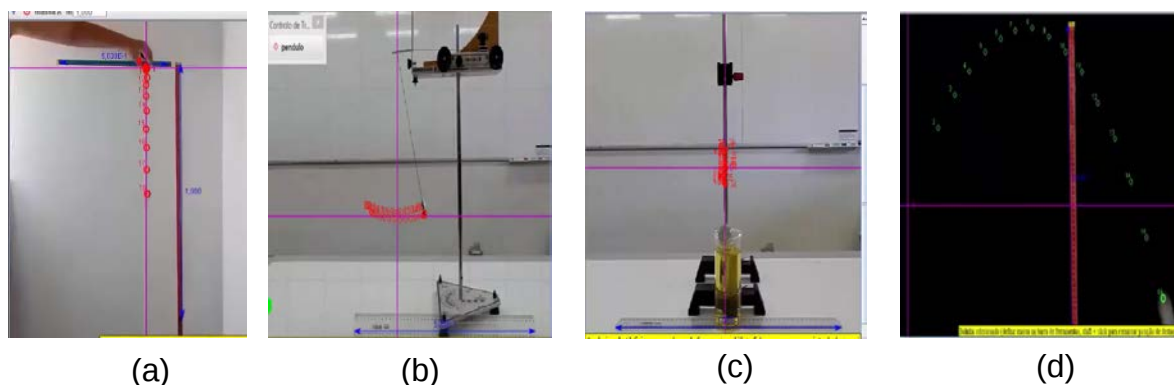


Figura 9 - Representação da medida de referência, sistema de coordenadas e elemento móvel do experimento a) determinando a aceleração da gravidade; b) pêndulo simples: uma introdução ao movimento harmônico simples; c) Movimento harmônico simples amortecido; d) Movimento bidimensional.

As análises das gravações dos experimentos são minuciosas. Elas justificam e conectam as demais partes do vídeo. São das análises e discussões que surgem as conexões com a teoria e prática e possibilidade de explorar outros conceitos. Para entender melhor as análises e discussões ocorridas nos vídeos vamos separar as discussões por vídeo.

- Vídeo 1 – utilizando as equações da cinemática para um movimento com aceleração constante podemos determinar a aceleração da gravidade $\vec{g}$ para o local de realização do experimento.

Ao estabelecer a posição do elemento móvel, neste caso a bolinha de gude, obtemos um conjunto de dados da posição de função do tempo, com o qual é possível construir os gráficos do deslocamento, velocidade e aceleração do movimento. Estes e outros gráficos são gerado automaticamente pelo *Tracker* a partir das informações de escala e posição.

A trajetória da partícula é descrita em uma dimensão, na direção y de um sistema de coordenadas cartesiano, e delineada pela equação:

$$y(t) = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2. \quad (1)$$

Onde, $y(t)$ é o deslocamento em função do tempo ao longo do eixo y , y_0 é a posição inicial da partícula, v_0 é a componente y da velocidade inicial do partícula, g a aceleração da gravidade e t o instante de tempo.

Os pontos que compõem o gráfico do deslocamento da partícula (figura 10-b) indicam uma trajetória descrita pela equação 1. Realizando um ajuste por uma curva, isto é, determinado a curva que melhor se ajusta aos pontos experimentais, definimos a equação para este movimento:

$$y = 0,389 + 2,760t - 4,894t^2. \quad (2)$$

Onde,

$$g = 9,788 \text{ m/s}^2. \quad (3)$$

O valor obtido experimentalmente teve um desvio de 0,08% em relação ao valor de referência para o local de realização ($g = 9,78 \text{ m/s}^2$).

Ainda na análise do experimento, estabelecemos os vetores velocidade e aceleração, cujas direções são verticalmente para baixo, conforme previsto para o movimento (figura 10-c).

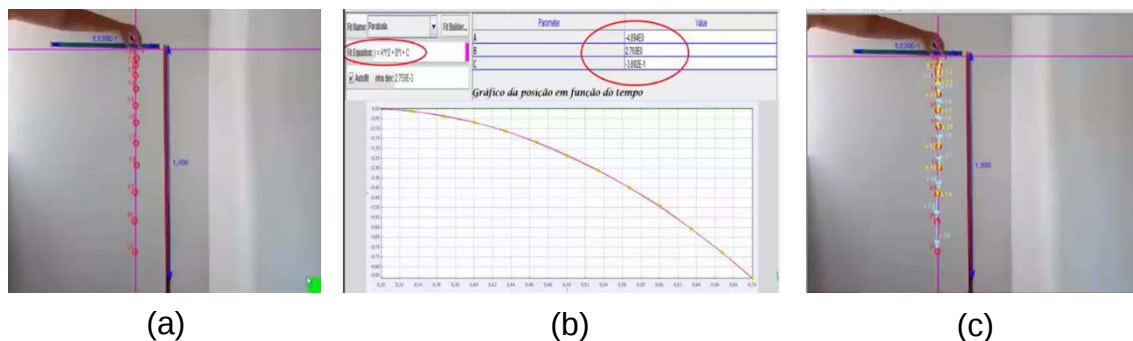


Figura 10 - Experimento 1: a) posição do elemento móvel quadro a quadro; b) ajuste por uma curva da trajetória do movimento; c) vetores velocidade em azul, e aceleração em amarelo.

As discussões realizadas a partir dos resultados esclarecem seu método de obtenção, conectam ao experimento conceitos e equações apresentadas anteriormente, ressaltam a dependência do local de realização do experimento e apresentam explicações entre as discrepâncias do valor experimental e teórico. Esses fatores contribuem para uma aproximação das práticas experimentais, do método científico e da natureza da ciência. Sendo assim, ele confere ao estudante habilidades experimentais.

Além das discussões sobre gravidade e força gravitacional proporcionada no vídeo e a partir deste, uma gama de temáticas utilizados no vídeo pode ser explorada, tais como:

- o Deslocamento, velocidade e aceleração;
- o Queda livre;
- o Equações do movimento e trajetórias dos corpos;
- o Representação gráficas do movimento;
- o Forças de resistência;
- o Grandezas físicas;
- o Erros experimentais: erros de medida, erros aleatórios, erro relativo, propagação de erros;

- o História da física.
- Vídeo 2 – O período de oscilações, frequência, velocidade e aceleração do pêndulo simples são estudados a partir dos gráficos e equações do movimento harmônico simples (MHS).

Ao estabelecer a trajetória do pêndulo os gráficos da posição, velocidade e aceleração do elemento móvel são gerados, os gráficos estão representados na figura 11.

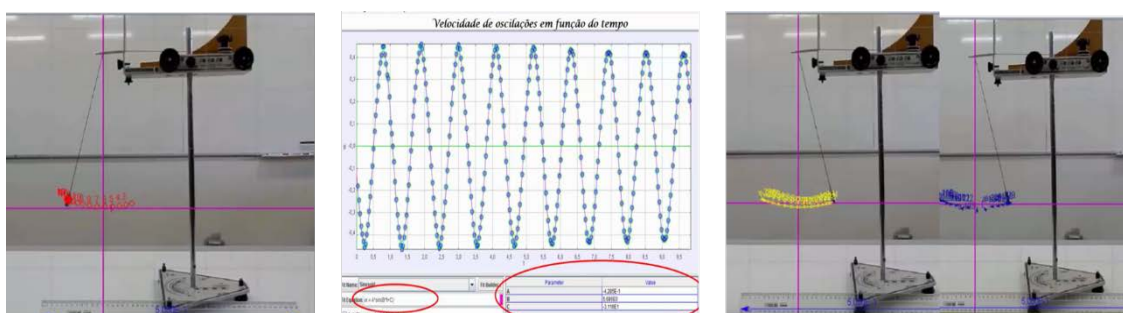


Figura 11 - Experimento a: a) posição do elemento móvel quadro a quadro; b) ajuste da curva de velocidade de oscilações em função do tempo; c) vetores velocidade em amarelo, e aceleração em azul

As curvas do movimento são descritas pelas equações do MHS, já estudadas:

$$x(t) = x_m \cos(\omega t + \varphi), \quad (4)$$

$$v(t) = -v_m \sin(\omega t + \varphi), \quad (5)$$

$$a(t) = -a_m \cos(\omega t + \varphi). \quad (6)$$

Onde, x_m , v_m e a_m , são as amplitudes do deslocamento, velocidade e aceleração de oscilações respectivamente, ω é a frequência angular de oscilações e φ é a constante de fase

Realizando o ajuste de curvas no gráfico de velocidade, a equação que melhor se ajusta aos pontos experimentais e descreve a trajetória é

$$v(t) = -4,289 \sin(5,686t - 31,1). \quad (7)$$

Comparações as a equação 5 e 7 conhecemos alguns parâmetros do movimento, como a frequência angular de oscilações, a fase e a amplitude da velocidade. As equações do deslocamento e da aceleração das oscilações foram encontradas utilizando cálculo diferencial:

$$x(t) = 0,075 \cos(5,686t - 31,1), \quad (8)$$

$$a(t) = -2,440 \cos(5,686t - 31,1). \quad (9)$$

Os métodos para determinação as equações não foram explicitadas no vídeo, uma vez que fogem do domínio conceitual do estudante.

A partir da equação 10 e 11, período de um pêndulo, e da definição de frequência, o período de oscilações para o pêndulo foi determinado de duas formas: por meios da equação 10 (método 1), e contando o número de oscilações por intervalo de tempo (método 2).

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}, \quad (10)$$

$$T = \frac{1}{f}. \quad (11)$$

Onde, l é o comprimento do fio, g a aceleração da gravidade e f a frequência de oscilações.

Os valores obtidos para o período de oscilações do experimento para o método 1 e para o método 2 foram:

$$T = 1,12 \text{ s} \quad (12)$$

$$T = 1,094 \text{ s} \quad (13)$$

As discussões dos resultados experimentais apresentaram informações sobre como são construídos os gráficos a partir da determinação da posição da massa do pêndulo e explicações sobre a obtenção dos dados. Também, são apresentadas representações vetoriais da velocidade e aceleração, comparação entre essas grandezas no movimento harmônico simples e movimento uniforme, conexão entre a teoria e prática, erros e possíveis causas para a diferença dos períodos obtidos com os métodos 1 e 2

Alguns dos tópicos que podem ser estudados a partir dos conceitos envolvidos no vídeo 2 são:

- o Oscilações: sistema massa mola;
- o Oscilações amortecidas;
- o Trajetórias descritas por gráficos;
- o Forças: força peso, força elástica, tensão.
- o Energia Mecânica: energia cinética, energias potencial elétrica e potencial gravitacional;

- o Erros: erros de medida, erros aleatórios, erro relativo, propagação de erro,

O experimento abordado no vídeo 2, o pêndulo simples, possibilita discussões importante sobre movimento harmônico simples, e contribui para aprofundar conceitos muitas vezes vistos superficialmente, porém com muitas aplicações na natureza.

- Vídeo 3 – A partir de dois sistema massa-mola, com molas de constantes elásticas distintas, amortecido em líquidos de densidades diferentes (água, óleo de soja e detergente), realizamos um estudo do Movimento Harmônico Simples Amortecido (MHS Amortecido) descrito pela função

$$x(t) = x_m e^{-bt/2m} \cos(\omega' t + \varphi). \quad (14)$$

Onde, $x(t)$ é o deslocamento em função do tempo, x_m é amplitude de oscilação, b é a constante de amortecimento, m a massa do sistema, ω' é a frequência angular de amortecimento e φ é a constante de fase.

Para realizar nossas análises, utilizamos os gráficos do deslocamento do elemento móvel fornecidos pelo *Tracker*, construídos a partir das posições do elemento móvel. Os gráficos dos experimentos estão exibidos na figura 12

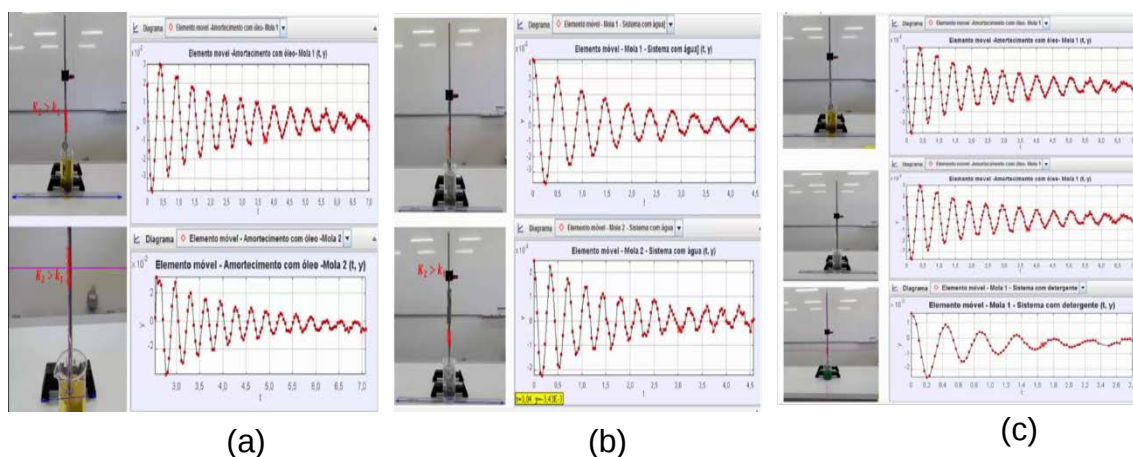


Figura 12 - Gráficos do experimento 3: a) amortecimento com molas diferentes em óleo de soja; b) amortecimento com molas diferentes em água; c) amortecimento com a mesma mola e substâncias diferentes (de cima para baixo: óleo, água e detergente)

As análise foram qualitativas. Elas abordaram o amortecimento a em função das constantes elásticas k da mola e dos coeficientes de amortecimento b do sistema.

Para cada experimento realizados, fizemos um estudo das amplitudes do movimento, da frequência angular de amortecimento e do tipo de amortecimento para o sistema com o mesmo amortecedor e mola diferentes, e para o experimento com a mesma mola e substâncias diferente, mostrando as relações entre o amortecimento e estas constantes.

Para calcular a frequência angular de amortecimento dado pela equação 15, utilizamos um experimento semelhante ao nosso, disponível na biblioteca do *Tracker* em que o coeficiente de amortecimento era conhecido.

$$\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}. \quad (15)$$

O valor obtido para a frequência angular de amortecimento foi

$$\omega' = 0,07 \text{ rad/s}. \quad (16)$$

O vídeo 2 permite ampliar ou revisar certos conteúdos de física. Alguns são:

- o Ondas: descrição e características essenciais;
- o Movimento harmônico simples;
- o Sistema massa mola;
- o Propriedade dos líquidos;
- o Forças: segunda lei de Newton, força elástica, força peso, forças resistivas;
- o Sistemas amortecidos;
- o Energia Mecânica: energia cinética, energias potencial elétrica e potencial gravitacional;

O vídeo em questão apresenta uma proposta aberta de experimento, podendo ficar a cargo do aluno fazer as análises, permitindo que ele realize descobertas, promova questionamento e seja ativo em sua própria aprendizagem. O experimento permite que o estudante tenha um contato sem predefinições experimentais, sem roteiro, sem saber quais resultados obter. Ele estimula a criatividade e o senso analítico presente na atividade científica.

- Vídeo 4 - usando as equações da cinemática para um movimento em duas dimensões, fizemos um estudo analítico de um lançamento oblíquo de uma bolinha (projétil). As equações que descrevem o deslocamento horizontal e vertical são respectivamente:

$$x(t) = x_0 + v_{0x}t, \quad (17)$$

$$y(t) = y_0 + v_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2. \quad (18)$$

Onde, $x(t)$ e $y(t)$ é o deslocamento nas direções x e y , respectivamente, em função do tempo, x_0 e y_0 é a posição inicial em cada direção, v_{0x} e v_{0y} são as componentes horizontal e vertical da velocidade, g é a aceleração da gravidade.

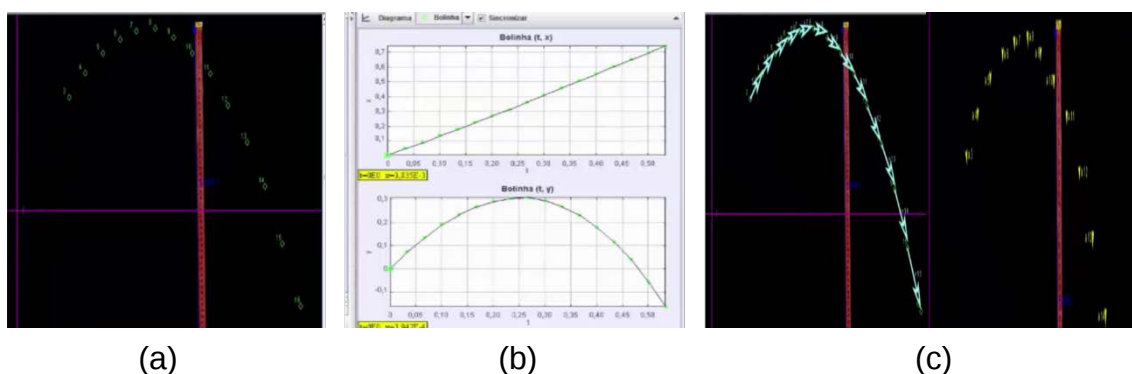


Figura 13 - Experimento 4: Posição do elemento móvel quadro a quadro, b) gráficos das componentes horizontal e vertical do deslocamento do projétil (de cima para baixo); c) representação vetores velocidade em azul, e dos vetores aceleração em amarelo.

Ao determinar a posição do elemento móvel, podemos analisar dois gráficos, um para a componente x do deslocamento e outro da componente y (figura 13-b). Os pontos para o deslocamento horizontal sugerem uma reta e deslocamento da componente vertical sugerem uma parábola. Realizando o ajuste das curvas, encontramos as equações que descrevem a trajetória. Estas são:

Comparando as equações 17 e 19, 18 e 20 é possível estabelecer as componentes da velocidade e definir o vetor velocidade inicial do projétil (equação 21).

$$x(t) \cong -0,004 + 1,394t, \quad (19)$$

$$y(t) = 0,01 + 2,625 - 5,44t^2, \quad (20)$$

$$\vec{v}_0 \cong 1,4 \hat{i} + 2,6 \hat{j}. \quad (21)$$

Com estas informações também encontramos o ângulo de lançamento, o alcance A do projétil e a altura máxima H da trajetória:

$$\theta \cong 62^\circ, \quad (22)$$

$$A \cong 0,74 \text{ m}, \quad (23)$$

$$H \cong 0,70 \text{ m}. \quad (24)$$

A análise do movimento inclui observar como se comportamento dos vetores velocidade, variável e sempre tangente a trajetória, e o vetor aceleração, constante e verticalmente para baixo, a aceleração da gravidade (figura 13-c).

O lançamento de projéteis é um fenômeno abundantemente presente no cotidiano e seu estudo tem muitas aplicações, especialmente no mundo dos esportes. As considerações realizadas no experimento conectam a teoria estudadas com elementos reais. O experimento também permite análises livres, sem resultado estabelecido. Diferentemente do experimento 1, não se espera um determinado resultado, apenas coerência entre o movimento e as leis que o regem.

Dentre as possibilidades de estudo a partir dos temas abordados no vídeo 4 estão o aprofundamento ou revisão de:

- o Deslocamento, velocidade e aceleração;
- o Vetores;
- o E trajetórias reais e representação gráfica do movimento;
- o Lançamento horizontal e referencial.
- o Centro de massa.

O experimento também pode servir de subsídio para análises futuras de outros movimentos em duas dimensões, como o movimento de uma bola de futebol após um chute em jogo, acrobacias de atletas olímpicos, lançamento de pesos e outros.

Nesse ponto, convém chamar atenção para versatilidade dos vídeos. Podemos observar através dos 4 experimentos que a proposta de material não está restrita a uma metodologia, ou uma classe de experimento. As possibilidades de abordagem experimental por meio de vídeos são inúmeras.

Com bases nas análises e nos pontos que pretendiam ser abordados no vídeo, desenvolvemos a fundamentação teóricas em um construtor de slides, fazendo uso de imagens gifs (Graphics Interchange Format ou formato de intercâmbio de gráficos) animações, sobreposição de imagens e outros. Alguns dos quadros que compõem a fundamentação teórica do vídeo e ilustram esses recursos estão representados na figura 13.

Por fim, com todo o material produzido agrupamos os diversos cortes de vídeos produzidos, e realizamos as narrações. A narração não é um item obrigatório no vídeo, entretanto, dependendo da estrutura do vídeo, ela torna o vídeo mais dinâmico e inclusivo.

Capítulo 4

Conclusões Gerais.

É consensual que a atividade experimental ocupa um papel importante no desenvolvimento da ciência. Dessa forma, parece inconcebível haver um ensino de Física sem a presença da dimensão experimental. A importância da atividade experimental no ensino de Física está além de dinamização de aulas. Dentre as muitas contribuições que esta pode conferir ao ensino aprendizagem de física, ela permite ao aluno refletir e questionar elementos da sua própria realidade. Esses jovens, independentemente da sua profissão, atuarão em sociedade com transformações tecnológicas constantes, ao qual a experimentação, por vezes, é a base delas; e poderão interagir ativamente com esta realidade (ROSA, 2003). A atividade experimental no contexto educacional estimula, esclarece a teoria, promove atitudes, compreensão de conceitos, e permite vivenciar processos próprios da natureza dessa atividade.

Sendo inserida no contexto escolar desde a segunda metade do século passado, a atividade experimental ainda é pouco presente no ensino de ciências. Dentre as muitas causas que dificultam a inserção da experimentação no ensino, estão a falta e precariedade de recursos, equipamentos, superlotação de salas, carga horária insuficiente, e a pouca qualificação do professor.

Com a ampliação dos recursos tecnológicos disponíveis e sua popularização, viu-se a oportunidade de utilizar esses recursos a favor do ensino aprendizagem. Assim, diante da importância da atividade experimental para o ensino de física, das tantas dificuldades da sua implementação e da gama de recursos disponíveis, tais como câmeras fotográficas, softwares e outros, desenvolvemos uma proposta de material didático, vídeos com enfoque experimental. Direcionado para o ensino de física no Ensino Médio, apresenta uma proposta de inserção da atividade experimental centrada na análise de tomadas de vídeo de experimentos de fácil realização e com materiais de baixo custo. A proposta, aqui exposta, não constitui uma substituição das atividades laboratoriais em sala de aula, mas sim uma

ferramenta bastante útil, que pode ser utilizada no caso de inexistência da experimentação e até mesmo para complementá-la.

Apresentamos, neste trabalho, todas etapas de construção de vídeo: escolha do experimento, filmagens, análises, complementos, edição e finalização. Além disso, apontamos os recursos utilizados na construção dos vídeos, e as ferramentas disponíveis para a realização deste trabalho.

Com a filmagem de um experimento simples, que pode ser facilmente reproduzido pelos estudantes sem um mediador, muitos conceitos físicos e propriedades experimentais podem ser exploradas.

Os vídeos com enfoque experimental se mostraram um recurso interessante, pois apresentam uma proposta de inserção da atividade experimental que supera em boa parte as dificuldades que circunda a experimentação no ensino de física. Podemos destacar, o tempo de realização da atividade, que é reduzida em relação ao tempo necessário para realizar o mesmo experimento, em uma dinâmica de laboratório com toda a turma; o vídeo é utilizado por um mediador, o professor, e pode ser reproduzido quantas vezes necessárias fazendo pausas e considerações; o estudante poderá ter acesso ao vídeo após ao término da aula para auxiliar seus estudos; os vídeos trazem consigo muitos dos benefícios da atividade experimental, contribuições técnicas e conceituais presentes no experimento.

A proposta de construção de vídeo também confere habilidades técnicas aos professores que o constroem, uma vez que este vai lidar diretamente com manipulação de recurso tecnológicos, manuseio de equipamentos, montagem e análises de experimento. O professor também terá a oportunidade de aprofundar seus conceitos, uma vez que para realizar as análises e desenvolver a fundamentação teórica, ele terá que ter clareza sobre o conteúdo.

Uma proposta interessante para a produção de vídeos é um projeto de extensão para os alunos. Em que grupos, os alunos poderiam desenvolver todas as etapas de construção de vídeos sob orientação de um tutor. Cada grupo ficaria responsável para produzir um vídeo. Os grupos teriam que montar o experimento, filmar, realizar análises e fazer discussões dos resultados. Isso propõe uma proximidade maior com a atividade, estimula os estudantes, os inserem no desenvolvimento dos vídeos e torna o processo mais claro, já que este seriam realizados por eles.

Para ilustrar esta ferramenta, produzimos quatro vídeos e descrevemos seu processo de construção no capítulo 3. Os vídeos produzidos ilustram o resultado das etapas dessa construção, mostrando que podem ser feitos com experimento de naturezas diferentes. Mostramos também, que estes podem servir ponto de partida para explorar outros conceitos e revisar conceitos abordados ao longo do tema.

Com tudo isso, a construção de vídeos com enfoque experimental como uma proposta didática, apresenta-se bastante interessante para introduzir a dimensão experimental no ensino de física. Por meio de ferramentas acessíveis, tais vídeos possibilitam uma interação entre professor e aluno - permitindo que práticas e estratégias de ensino sejam repensadas e (re)formuladas. Levam a concretização dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, contribuindo para que o aluno tenha uma postura ativa em sua aprendizagem, capaz de refletir, interagir e modificar a sua própria realidade. Pois, segundo Ausubel (1982), a potencialidade significativa do material é a primeira condição para que o aluno produza a aprendizagem significativa.

Referências Bibliográficas

ALVES, W. F. A formação de professores e as teorias do saber docente: contexto, dúvidas e desafios. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 33. n. 2, p. 263-280, maio/ago. 2007.

ALVES, V. C.; STACHAK, M. . A importância de aulas experimentais no processo ensino-aprendizagem em Física: Eletricidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XVI.; Rio de Janeiro, **Programa e Resumos do XVI SNEF**. Rio de Janeiro: Zit Editora, 2005. v. 1. p. 86.

ALVES, V. F. **A Inserção de Atividades Experimentais no Ensino de Física em Nível Médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem**. 2006. 133 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília. 2006.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa Em Educação Em Ciências**, Bauru, v. 4, n.3, p. 5-18, 2004.

ASSUNCAO, A. C. ; PENIDO, M. C. M. Sobre As Propostas De Utilização Das Atividades Experimentais No Ensino De Física. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2009, Florianopolis. **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência**, 2009, [S.l.: s.n.].

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. . Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo - Brasil**, v. 25, n.2, p. 176-194, 2003.

BORGES, J, C. da S.; ROCHA, I. R. da. Análises e Reflexões Sobre a Formação Docente e o Ensino de Física Experimental no Rio Grande do Norte.

Holos (Online), Natal, v. 3, p. 159, 2012. Disponível em:

<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/323/564>. Acesso em 10 set. 2015

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação e Tecnológica (Semtec). **PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS - Ensino Médio**, Brasília: MEC/Semtec, 2000. Brasil. Secretaria de Educação Fundamental.

CHALMERS, A. F. O que é a ciência afinal? São Paulo: Brasiliense, 1993.

Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. / Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.144 p. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.**

CLEBSCH, A.B.; MORS,.M. Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: uma experiência no ensino de fluídos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 4, p. 323 – 333, 2004.

CLEMES G., GABRIEL FILHO, H. , COSTA, S. Vídeo-aula como estratégia de ensino em física. **Revista Didática Sistêmica**, ISSN 1809-3108, Volume 8, julho a dezembro de 2008.

.

COZENDEY, S. G.; PESSANHA, M. C. R. ; SOUZA, M. O.. Uma análise do uso de vídeos educativos mono-conceituais como uma ferramenta auxiliar da aprendizagem significativa de conceitos básicos de Física em escolas públicas do norte do Estado do Rio de Janeiro. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2007, Florianópolis. **Anais do VI ENPEC Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2007. v. 1. p. 403-403.

Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Resolução CEB No 3 de 26 de junho de 1998. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC), SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA (Semtec). Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio PCNEM. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

DIEHL, A. A. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall 2004.

DOURADO, L.; LEITE, L. (2008). Actividades laboratoriais e o ensino de fenómenos geológicos. In **Actas do XXI Congresso de ENCIGA** (Cd-Rom). Carballiño: IES M. Disponível em:
http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9731/1/TEXTO_ENCIGA_L_Dourado_e_LLeite_08%25B1%25D.pdf. Acesso em: 1 de Dez. 2015.

ECO, Umberto. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório publicações e trabalhos científicos**. São Paulo: Atlas, 1992.

ETCHEVERRY, L. P.; MARRANGHELLO, G. F. . O Uso De Experimentos E Simulações Como Recurso Didático Para O Ensino De Termologia E Calorimetria. In: **IV Encontro Estadual de Ensino de Física**, 2011, Porto Alegre.

FERNANDES, S. A.; FILGUEIRA, V. G. . Por que ensinar e por que estudar física? O que pensam os futuros professores e os estudantes do ensino médio?. In: **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2009, Vitória. Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Vitória, 2009.

FIGUEIROA, A.. Uma análise das actividades laboratoriais incluídas em manuais escolares de Ciências da Natureza (5º ano) e das concepções dos seus autores. Revista Portuguesa de Educação, vol. 16, n. 1, 2003, p. 193-230, Universidade do Minho, Braga, Portugal.

FINO, C. N.; Vygotsky e a zona de desenvolvimento proximal (ZDP): três aplicações pedagógicas. **Revista Portuguesa de Educação**, v.14, nº 2, p. 273-291.

FORÇA, A. C. ; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M.. Atividades experimentais no ensino de física: teoria e práticas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Científica Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Científica e Congresso Iberoamericano de Investigación em Enseñanza de las ciencias, 2011, Campinas. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Científica Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Científica e I Congresso Iberoamericano de Investigación em Enseñanza de las ciencias**. Campinas: Abrapec, 2011. v. VIII. p. 1-11.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E.; Francisco Jr., FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências **Química Nova Na Escola** N° 30, novembro 2008.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B. ; SCHMITZ, L. C. ; GUESTA, S. M. ; GONÇALVES, F.P. . Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. **Ciência e Educação (UNESP)**, Bauru, v. 7, n.2, p. 249-263, 2001.

GRZESIUK. D. F. **O Uso da Informática na Sala de Aula Como Ferramenta de Auxílio no Processo Ensino-Aprendizagem**. 2008. 48 f. Monografia (Pós Graduação em Métodos e Técnicas de Ensino) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira, Medianeira. 2008.

HEINECK, R.; VALIANI, E.R.A.; da ROSA, C.T.W. Software educativo no ensino de Física: análise quantitativa e qualitativa. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42/6, 2007.

HODSON, D. Hacia um Enfoque más Crítico del Trabajo de Laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 12, n.3, p. 299-313. 1994.

_____. **Teaching and learning science: Towards a personalized approach.** Buckingham: Open University Press, 1998.

IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N. e ESPINET, M. Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 45-60, 1999.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A. e KANBACH, B.G. A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. *Investigações em ensino de ciência*, Vol. 12, n.3, p. 305-320, 2007.

LEITÃO, L., TEIXEIRA, P., ROCHA, S. A vídeo análise como recurso voltado ao ensino de física experimental: um exemplo de aplicação na mecânica. **REIEC** Volume 6, n 1, p.1-15, 2011.

LEITÃO, L. I. ; DORNELES, P. F. T. ; ROCHA, F. S. . A vídeo análise como recurso voltado ao ensino de física experimental: um exemplo de aplicação na mecânica. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (En línea)**, v. 6, p. 1-15, 2011.

LEITE, L. (2000). As actividades laboratoriais e a avaliação das aprendizagens dos alunos. *In* Sequeira, M. et al. (Orgs.). **Trabalho prático e experimental na educação em ciências**. Braga: Universidade do Minho, 91-108.

MAGARAO, J. F. L.; STRUCHINER, M. ; GIANNELLA, T. . Potencialidades Pedagógicas Dos Audiovisuais Para O Ensino De Ciências: Uma Análise Dos Recursos Disponíveis No Portal Do Professor. *In*: III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente, 2012, Niterói. **III Encontro Nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente**, 2012.

MAINART, D. A.; SANTOS, C. M. A importância da tecnologia no processo ensino-aprendizagem. In: **Congresso Virtual Brasileiro De Administração**, 7, 2010. Anais..., 2010.

MANDARINO, F.C.M. Organizando o trabalho com vídeo em sala de aula. **Revista Eletrônica em Ciências Humanas**, Rio de Janeiro, ano 1, n.1,2002.

MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. *Investigações em Ensino de Ciências (Online)*, UFRGS, v. 10, n.2, 2005.

MORAN, J. M. Integração das Tecnologias na Educação. Desafios da televisão e do vídeo à escola. Secretaria de Educação a Distância, SEED.2005. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42/6, 2007.

_____; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. São Paulo. Papirus, 2000.

MOTIVAÇÃO E DESMOTIVAÇÃO: DESAFIO PARA AS PROFESSORAS DO ENSINO FUNDAMENTAL, Encouragement and discouragement: a challenge to High Schooll teachers **Luciane Knüppe*** *Educar*, Curitiba, n. 27, p. 277-290, 2006. Editora UFPR277.

OLIVEIRA, E. ; ENS, R. T.; DE MUSIS, C. R. ; ANDRADE, D. F. . Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. **Revista Diálogo Educacional (PUCPR)**, Curitiba, v. 4, n.9, p. 11-27, 2003.

OLIVEIRA, J. R. S. **Contribuições e Abordagens das Atividades Experimentais no Ensino de Ciências: reunindo elementos para a prática docente**. *Acta Scientiae (ULBRA)*, v. 12, p. 139-153, 2010.

OLIVEIRA, L. P.; LENZ, J. A. ; SAAVEDRA FILHO, N. C. ; Arandi G. Bezerra, Jr . VÍDEO ANÁLISE NO ENSINO DE FÍSICA: EXPERIÊNCIAS COM O

SOFTWARE TRACKER. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica - SICITE 2010, 2010, 2010, Cornélio Procópio. **SICITE 2010 - Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica**, 2010.

OLIVEIRA, S. F.. **Perfil dos Recursos em Vídeo Disponíveis no Youtube e Desenvolvimento de uma Plataforma de Vídeos de Acesso Off-Line para o Ensino-Aprendizado de Química**. 2014. 193 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Campus Agreste, Caruaru. 2014.

Parâmetros curriculares nacionais PCN: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais / **Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1998.174 p.122

PEREIRA, B. B. **Experimentação no ensino de ciências e o papel do professor na construção do conhecimento**. In: Cadernos da FUCAMP, Brasil, v. 9, n. 11, 2010. Versão online disponível em <http://www.fucamp.edu.br/editora/index.php/cadernos/search/authors/view?firstName=Boscoli&middleName=Barbosa&lastName=Pereira&affiliation=FUCAMP&country=BR> acesso em 2 agosto de 2015.

PEREIRA, M.; A. A Importância do Ensino de Ciências: aprendizagem significativa na superação do Fracasso Escolar. **Programa de Desenvolvimento Educacional (PDE – 2008)**, SEED, Estado do Paraná. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2233-8.pdf>. Acesso em: 1 de Dez. 2015.

PEREIRA, M. V. ; BARROS, S. S. ; REZENDE FILHO, L. A. C. ; FAUTH, L. H. A.. Demonstrações experimentais de Física em formato audiovisual produzidas por alunos do ensino médio DOI: 10.5007/2175-7941.2011v28n3p676. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, p. 676-692, 2011.

RECLEBSCH, A.B.; MORS, M. Explorando recursos simples de informática e audiovisuais: uma experiência no ensino de fluídos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n.4, p. 323 – 333, 2004.

Rosa, C. W. (2003). Concepções teórico-metodológicas no laboratório didático de física na Universidade de Passo Fundo. **Ensaio**, v. 5, n. 2, p. 1-15.

ROSA, P. R. S. O **uso de computadores no ensino de Física. Parte I: potencialidades e uso real**. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 17, n.2, p.182-195, junho de 1995.

SANTOS, P.C. 2010. A utilização de recursos audiovisuais no ensino de ciências: tendências entre 1997 a 2007. 171 f. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, USP, São Paulo-SP.

SANTOS, W. L. P.. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino* (UNICAMP. Impresso), v. 1, p. 1-12, 2007.

SAVIANI, D. **As Concepção Pedagógica Tradicional**. Disponível em: http://www.histedbr.fae.unicamp.br/navegando/glossario/verb_c_concepcao_pedagogica_tradicional.htm. Acessado em: 20 de fevereiro de 2016.

SÉRÉ, M. G. ; COELHO, Suzana Maria ; NUNES, António Dias . O Papel da Experimentação no Ensino da Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 21, p. 31-43, 2004.

SILVEIRA, F. L. ; MOREIRA, M. A. ; AXT, R. . Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuito simples. *Ciência e Cultura* (SBPC), São Paulo, v. 41, n.11, p. 1129-1133, 1989.

SILVA, G. R.. História da Ciência e experimentação: perspectivas de uma

abordagem para os anos iniciais do ensino fundamental. Revista Brasileira de História da Ciência, v. 6, p. 121-132, 2013.

Teoria: Processamento de imagens. Disponível em:

<http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/realce/realce.htm>. Acesso em 20 de Mar. 2016.

THOMAZ, M. F. A experimentação e a formação de professores de ciências: Uma reflexão. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.17, n.3: p.360-369, 2000.

Tutorial: Abrindo Vídeos e Medindo Comprimentos no ImageJ. Disponível em:

http://www.pontociencia.org.br/pdf/tutorial_imagej.pdf. Acesso em: 1 de Dez. 2015.

VILELA, E. B. ; COSTA, L. S. O. ; LIMA-RIBEIRO, M. S. ; BENITE, A. M. C. . O ENSINO DE CIÊNCIAS NO CONTEXTO DAS TRANSFORMAÇÕES CONTEMPORÂNEAS. Revista Didática Sistêmica (Online), v. 8, p. 153-161, 2008.

VILELA-RIBEIRO, E., COSTA, L. LIMA-RIBEIRO, L . BENITE, A. O ensino de ciências no contexto das transformações Contemporâneas. Revista Didática Sistêmica, ISSN 1809-3108, Volume 8, julho de 2008.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: Uma atividade experimental no laboratório didático de Física do Ensino médio. Investigações em ensino de Ciências, v. 8, n. 3, IFURGS, Porto Alegre, 2003. Disponível em:

http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n3/v8_n3_a1.html. Acesso em: 1 de Dez. 2015.

Apêndice A - Lista de sites direcionados à experimentação para Física

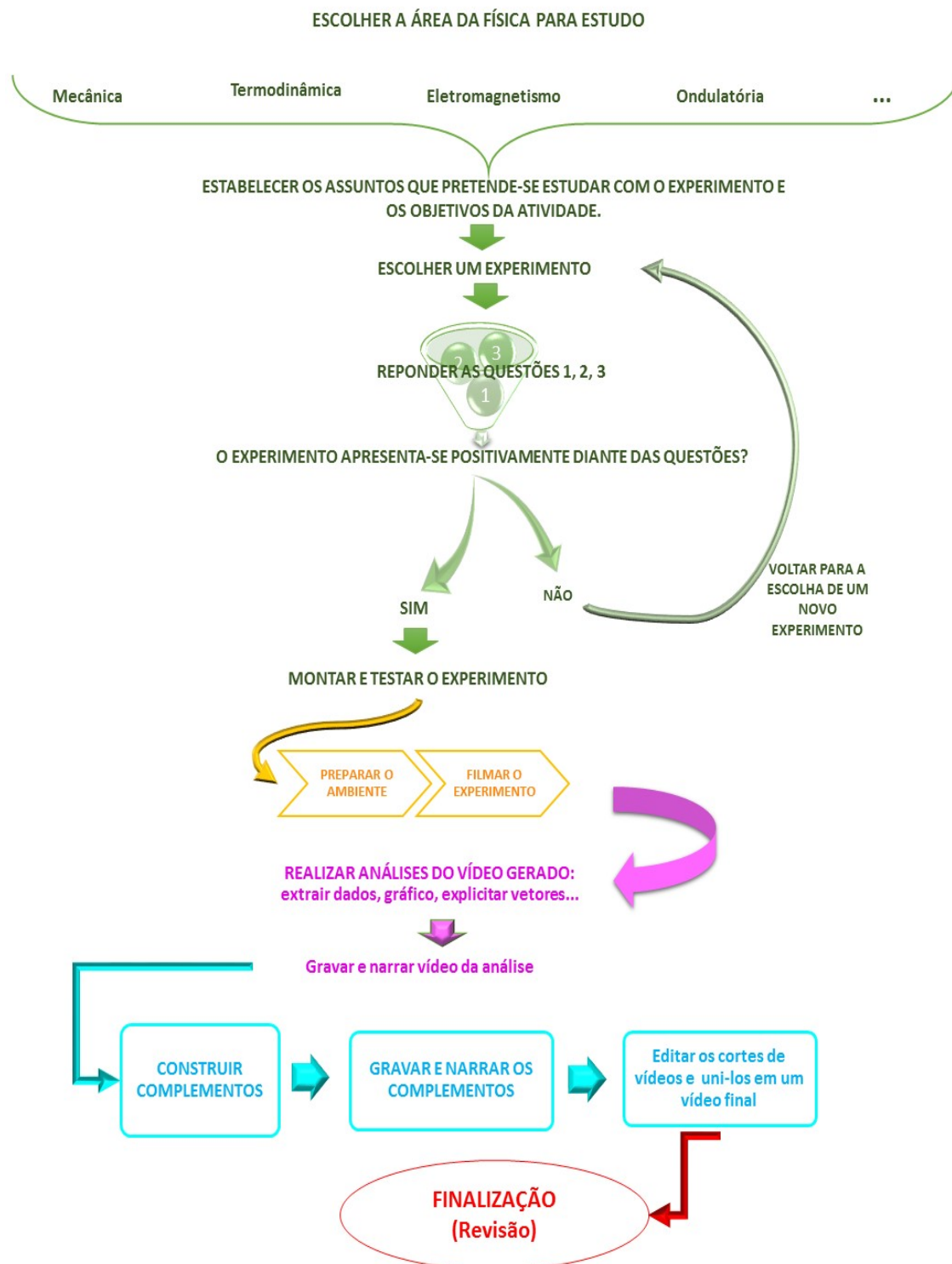
1. Banco internacional de objetos educacionais:
<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/115/browse?type=title>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
2. Ciência à mão:
<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/recursos.php?tipo=atividades>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
3. Ciência net: experimento: <http://ciencianet.com/experimentos.html>. Acesso em 08 de dezembro de 2015.
4. Ciência Tube: <http://www.cienciatube.com/2012/09/experimentos-de-fisica.html>. Acesso em 07 de dezembro de 2015
5. Experimentos de física: <http://www.experimentosdefisica.net/>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
6. UNESP: experimentos de física para o ensino médio e fundamental com matérias do dia a dia:
<http://www2.fc.unesp.br/experimentosdefisica/>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
7. Estudando Física:
<http://marcelohortafisica.blogspot.com.br/2012/09/super-legais-experimentos-de-fisica.html>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
8. Explicatorium: <http://www.explicatorium.com/Laboratorio-aberto.php>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
9. Feira de Ciências: <http://www.feiradeciencias.com.br/>
10. Física interessante: <http://www.fisica-interessante.com/experimentos-de-fisica.html> Acesso em 07 de dezembro de 2015.
11. Física Fascinante:
<http://fsicafascinante.blogspot.com.br/p/experimentos-de-fisica.html>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
12. Física.net: <http://www.fisica.net/feirasdeciencias/>. Acesso em 08 de dezembro de 2015.

13. Grupo Outreach: <http://www.lip.pt/outreach/oldweb/>. Acesso em 08 de dezembro de 2015.
14. How stuff works (como a ciência funciona):
<http://www.howstuffworks.com/>. Acesso em 08 de dezembro de 2015.
15. Hype Ciências: <http://hypescience.com/experiencias-feira-ciencia/>. Acesso em 08 de dezembro de 2015.
16. Invente aqui: <http://www.invente aqui.com.br/invencoes>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
17. Laboratório didático virtual: <http://www.labvirt.fe.usp.br/>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
18. Manual do mundo:
<http://www.manualdomundo.com.br/category/experiencias-e-experimentos/experiencias-e-experimentos-de-fisica/>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
19. Nova escola: <http://revistaescola.abril.com.br/ciencias/pratica-pedagogica/video-espaco-fisica-ciencias-catavento-602172.shtml>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
20. PHET: interactive simulations:
https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics. Acesso em 07 de dezembro de 2015.
21. Physics word: <http://physicsworld.com/>. Acesso em 08 de dezembro de 2015.
22. Ponto Ciência: <http://www.pontociencia.org.br/>. Acesso em 08 de dezembro de 2015.
23. PROFIS: espaço de apoio, pesquisa e cooperação de professores de Física. http://fep.if.usp.br/~profis/sites_fte.html. Acesso em 08 de dezembro de 2015.
- 24.
25. Sala de Física: <http://www.saladafisica.com/>. Acesso em 08 de dezembro de 2015.
26. Science fair: <http://www.ipl.org/div/projectguide/choosingatopic.html>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.

27. Seara das Ciências:

<http://www.seara.ufc.br/sugestoes/fisica/sugestoesfisica.htm>. Acesso em 07 de dezembro de 2015.

Apêndice B – Esquema ilustrativo da metodologia de construção de vídeos.



➤ ESCOLHA DO EXPERIMENTO:

- o Escolher a área da Física que se pretende abordar: Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismos e outros;
- o Determinada a área de estudo, deve-se pré-estabelecer a gama de conteúdo que pretendesse abordar com o experimento e os objetivos da atividade e os que poderão ser alcançados com essa;
- o Escolher um experimento;
- o Avaliar a escolha do experimento respondendo as questões indicadas no texto desse trabalho, na sessão 2.2.1;
- o Para o caso de o experimento ter se apresentado positivamente diante da avaliação realizada anteriormente, deve-se seguir para a próxima etapa. Caso contrário, deve-se escolher um novo experimento.
- o Montar e testar o experimentoⁱ.

➤ FILMAGENS:

- o Preparar o ambiente e o equipamento, lavando em conta aspectos abordados na sessão 2.2.2 desse trabalho.
- o Filmar o experimento.

➤ ANÁLISES:

- o Realizar análise do vídeo gerado, extraíndo dados, construindo gráficos, explicitar vetores e outros (ver sessão 2.2.3);
- o Gravar e narrar um vídeo das análises.

➤ COMPLEMENTOS E EDIÇÕES:

- o Construir complementos (ver sessão 2.2.4);
- o Gravar e narrar um vídeo dos complementos;
- o Editar os cortes de vídeo e uni-los em um único vídeo.

➤ FINALIZAÇÃO:

- o Revisar o vídeo gerado.

ⁱ As delimitações entre as etapas de construção de vídeos com enfoque experimental são tênues. A montagem do experimento já deve ter em vista atender as indicações apontadas na sessão 2.2.2, em que os aspectos de filmagem são abordados.