



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE - CAA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
POLO 46

VIDEOAULAS COM ABORDAGEM EXPERIMENTAL: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA NOS CURSOS INTEGRADOS DE NÍVEL MÉDIO E SUPERIOR DO IFPE CARUARU.

FERNANDO ANTÔNIO ARAÚJO DE SOUZA

Caruaru – 2017

FERNANDO ANTÔNIO ARAÚJO DE SOUZA

VIDEOAULAS COM ABORDAGEM EXPERIMENTAL: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA NOS CURSOS INTEGRADOS DE NÍVEL MÉDIO E SUPERIOR DO IFPE CARUARU.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal de Pernambuco - CAA no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física (PROFIS, MNPEF Polo 46) apresentada à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de concentração: Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. João Francisco Liberato de Freitas.

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Paula Silva CRB/4 - 1878

S729v Souza, Fernando Antônio Araújo de.
Vídeoaulas com abordagem experimental: uma proposta didática para o ensino de física nos cursos integrados de nível médio e superior do IFPE Caruaru. / Fernando Antônio Araújo de Souza. - 2017.
137f. il.: 30 cm.

Orientador: João Francisco Liberato de Freitas.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, 2017.
Inclui Referências.

1. Videoteipes na educação – Caruaru (PE). 2. Vídeos experimentais – Caruaru (PE).
3. Educação – Métodos experimentais. 4. Física (Ensino médio). 5. Didática – Ensino superior – Caruaru (PE). I. Freitas, João Francisco Liberato de (Orientador). II. Título.

371.12 CDD (23. ed.) UFPE (CAA 2017-412)

FERNANDO ANTÔNIO ARAÚJO DE SOUZA

VIDEOAULAS COM ABORDAGEM EXPERIMENTAL: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE FÍSICA NOS CURSOS INTEGRADOS DE NÍVEL MÉDIO E SUPERIOR DO IFPE CARUARU.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação (PROFIS, MNPEF, Polo 46) em Ensino de Física do Centro Acadêmico do Agreste (CAA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovado em: 23/11/2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. João Francisco Liberato de Freitas
(Orientador - MNPEF Polo 46 – CAA/UFPE)

Prof. Dr. Gustavo Camelo Neto
(MNPEF Polo 46 – CAA/UFPE)

Prof. Dr. Michel Lee Sundheimer
(Departamento de Física - UFRPE)

Dedico este trabalho à minha esposa Karla, viga mestra da minha vida, aos meus filhos Henrique e Carol, que evoluem em graça e sabedoria, fontes eternas de meu amor, carinho e motivação e aos meus pais, Benedito Teófilo (in memória) e Maria de Lourdes, pelo amor, heroísmo, garra e coragem, sacrifícios e perseverança, em me permitir a vida. Por toda a minha vida, o tempo de minha felicidade pertence a vocês. Sem seu apoio, incentivo e respeito, realizar este sonho teria sido improvável. Para Deus, para minha família, para meus alunos e meus amigos, ofereço minha obra.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus, mestre supremo, pela oportunidade da vida e de com ela, descobrir a beleza da natureza e ter o privilégio de compreendê-la e por ter me dado saúde e energia para concluir este trabalho. A meus pais, BENÉ (in memória) e Lourdinha, pela doação de suas vidas, pela coragem e garra, sacrifício e exemplo, fortaleza e perseverança, em acreditar no nosso futuro. Ao meu inesquecível mestre e incentivador Prof. Antônio da Câmara Lima por descobrir neste seu discípulo, o dom do magistério. Aos meus sogros, Carlinhos (in memória), Christina e meus “Amigos para sempre” pela torcida e incentivo. Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. João Francisco Liberato de Freitas, pela amizade e confiança construídas, pelas lições de determinação e profissionalismo, dedicação, empenho e paciência, na elaboração deste trabalho. A todos os meus professores do MNPEF, polo 46, pelas cobranças e pelos ensinamentos; a CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida. Ao IFPE Campus Caruaru onde atuo como docente, através de meus colegas, técnicos - administrativos e docentes, pela disponibilidade em me oferecer as condições pedagógicas de desenvolver meu produto educacional e pelo apoio, carinho e incentivo nesta realização. Aos meus alunos, de ontem e de hoje, que me fizeram aprender com eles e por serem inspiração para este empreendimento. À minha abençoada e amada família – Karla, Henrique e Carolina - pelo amor e força, carinho e paciência, compreensão e tempo, doados de suas vidas. E por fim a aqueles que consciente ou inconscientemente, colaboraram de algum modo para meu crescimento como pessoa e como profissional, deixo aqui meu tributo e meu muito obrigado.

RESUMO

Este projeto propõe a inserção de videoaulas com enfoque nas atividades experimentais associadas às aulas expositivas, visando a aprendizagem significativa de conteúdos de Física de nível médio e nível superior. Foi produzido um material de apoio didático com a construção de videoaulas, contendo experimentos de alguns tópicos de Mecânica Clássica relativos a temas tratados em aulas e uma orientação geral sobre os procedimentos a serem desenvolvidos para a realização das videoaulas, dentro da perspectiva de promoção da integração entre teoria e prática. O estudo foi implantado durante o primeiro semestre de 2017. A metodologia de levantamento dos dados incorporou análise de participação, avaliação escrita ao longo do semestre e questionário de opinião pré e pós-aplicativo. Os resultados mostraram que os alunos de ambos os níveis apresentaram melhor desempenho após a aplicação de videoaulas, o que faz crer que o tratamento aplicado facilitou a aprendizagem significativa dos conceitos físicos abordados. O produto educacional gerado em decorrência do trabalho está disponível a professores interessados, para auxiliá-los em sua prática pedagógica e incluído em um DVD que integra esta dissertação. Conclui-se que a sistematização do ensino de Física, priorizando a organização do conhecimento por meio de videoaulas com enfoque nas atividades experimentais para resolver situações problema, é uma estratégia eficaz para promover a aprendizagem significativa de conceitos físicos em nível de ensino médio e superior.

Palavras-chave: Vídeoaulas. Atividade experimental. Construção de vídeos. Referencial teórico. Aprendizagem significativa. Produto educacional.

ABSTRACT

This project proposes the insertion of video lessons focusing on the experimental activities associated to expository lessons, aiming at the significant learning of Physics contents at high school level and college level. Was produced teaching materials with video lessons, approaching experiments on some topics of Classic Mechanics related to subjects studied in class and a general orientation on the procedures to be carried out for the conduction of the video lessons, within the perspective of integration between of theory and practice. The study was implemented during the first semester of 2017. The methodology of data collection included participation analysis, written evaluation throughout the semester, pre and post-lesson opinion survey. The results show that the students at both levels presented better performance after the use of video lessons, which makes believe that the applied treatment facilitated the learning of the addressed concepts of Physics concepts. The educational product developed as a result of the work is available to interested teachers to assist them in their pedagogical practice and are included in a DVD that integrates this dissertation. It is concluded that the systematization of Physics teaching, prioritizing the organization of knowledge through video lessons focusing on experimental activities to approach Physics problems, is an effective strategy to promote learning of Physical concepts at high school and college levels.

Keywords: Video lessons. Experimental activity. Production of videos.
Referential theory. Significant learning. Educational product.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1* Fotogramas (frames ou quadros)-projetados em filme a uma cadência (frame rate) de 24 imagens por segundo 40
- Figura 2* Interface do software Tracker (a) sem vídeos ou gráficos inseridos que apresenta os botões principais utilizados para análise 46
- Figura 3* Análise de um vídeo do lançamento de uma esfera que apresenta os aspectos principais da análise como trajetória, gráficos e dados de valores de grandezas físicas pertinentes ao experimento e tabela de dados obtidos 50
- Figura 4* Interface dos elementos da videoanálise do movimento bidimensional de uma bolinha (esfera) de mouse no Tracker: da esquerda para direita e de cima para baixo: (a) Importação da fita de calibração, medida em unidades SI, (fita na cor branca), eixos do sistema de coordenadas e origem (linhas na cor roxa), 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 azul), tabela de dados e gráficos fornecidos; (c) análise dos gráficos obtidos e ajuste das curvas; (d) criação de modelo teórico (trajetória vermelho) e ilustração dos vetores velocidade e aceleração (vetores em amarelo e branco respectivamente) 52
- Figura 5* Etapas da introdução e fundamentação teórica do vídeo "Análise Dinâmica do Plano Inclinado". Da esquerda para direita de cima para baixo: (I) Introdução e apresentação dos objetivos traçados. (II) Histórico sobre as contribuições principais na evolução dos conceitos de atrito. (III) Histórico sobre as principais contribuições na evolução dos conceitos de plano inclinado. (IV) Diagramas das acelerações dos blocos;(V)

tabelas de rastreamento e (VI) expressão do coeficiente de atrito dinâmico 57

Figura 6 Etapas das informações básicas do roteiro experimental contido no vídeo "Análise Dinâmica do Plano Inclinado": Da esquerda para direita e de cima para baixo: (I) Introdução ao roteiro experimental; (II) finalidade do roteiro experimental; (III) listagem do material utilizado no experimento; (IV) características do material utilizado (câmera); (V) montagem do experimento; (VI) destinação do produto do experimento, ou seja, o TRACKER. 58

Figura 7 Etapas da análise e discussões dos resultados contidos no vídeo "Análise dinâmica do Plano Inclinado". Da esquerda para a direita e de cima para baixo: (I) e (II) Determinação das medidas de referências e coordenadas; (III) trajetória dos elementos móveis, (IV) tabela de dados da posição dos elementos móveis ao longo do tempo; (V) gráficos da posição de cada elemento móvel em função do tempo; (VI) ajuste de curvas não lineares obtido e análise dos parâmetros da curva; equação da curva fornecida pelo Tracker com os valores experimentais obtidos para as acelerações dos blocos 60

Figura 8 Interface do CINELEERRA: a) botões principais; b) edição de vídeo 61

Figura 9 Interface do KDENLIVE 62

Figura 10 Interface do AUDACITY 63

Figura 11 Interface do GRACE 64

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 01</i>	Organograma da metodologia empregada na construção dos vídeos	37
<i>Quadro 02</i>	Informações Técnicas do Software TRACKER	47
<i>Quadro 03</i>	Roteiro das etapas do procedimento nas atividades desenvolvidas	68
<i>Quadro 04</i>	Reprodução do Diário de Classe e Boletim eletrônico com os resultados obtidos após aplicação do Produto Educacional – 2º período de Mecatrônica	69
<i>Quadro 05</i>	Reprodução do Diário de Classe e Boletim eletrônico com os resultados obtidos após aplicação do Produto Educacional – 6º período de Mecatrônica	70
<i>Quadro 06</i>	Reprodução do Diário de Classe e Boletim eletrônico com os resultados obtidos após aplicação do Produto Educacional – 2º período de Engenharia Mecânica	70
<i>Quadro 07</i>	Levantamento estatístico da situação da disciplina Física no campus Caruaru antes e depois da aplicação das videoaulas do Produto Educacional	71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASPE	Assessoria Pedagógica
CAA	Centro Acadêmico do Agreste
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBPF	Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CCEN	Centro de Ciências Exatas e da Natureza
CD	Compact Disc
CFOG	Coordenação de Formação Geral
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DVD	Digital Vídeo Disc
EBTT	Ensino Básico, Técnico e Tecnológico
FNFi	Faculdade Nacional de Filosofia
IFPE	Instituto Federal de Pernambuco
MDF	Medium Density Fiberboard
MHA	Movimento Harmônico Amortecido
MHS	Movimento Harmônico Simples
MNPEF	Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNs+	Parâmetros Curriculares Nacionais com orientações complementares aos PCNs.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	A ATIVIDADE EXPERIMENTAL E O ENSINO DE FÍSICA	19
2.1	Justificando a atividade experimental	19
2.1.1	<i>A importância da atividade experimental no ensino de Física</i>	19
2.1.2	<i>O uso de experimentos como prática de ensino</i>	23
2.2	Ferramentas tecnológicas para o ensino de Física	26
2.2.1	<i>Agentes facilitadores</i>	26
2.2.2	<i>Possíveis avanços para o ensino de Física</i>	27
2.2.3	<i>Recursos tecnológicos disponíveis para o ensino de Física</i>	28
2.3	Viabilidade dos vídeos como alternativa didática	30
2.3.1	<i>É viável a inserção de videoaulas focando experimentos no Ensino de Física?</i>	30
2.3.2	<i>A videoaula como uma alternativa didática complementar</i>	30
2.4	Descrição da Estrutura da Dissertação	31
3	CONSTRUÇÃO DE VÍDEOS COM FOCO EXPERIMENTAL NO ENSINO DE FÍSICA	34
3.1	Introdução	34
3.2	Elaboração dos vídeos	34
3.2.1	<i>A escolha do experimento</i>	35
3.2.2	<i>A filmagem e seus principais aspectos</i>	39
3.2.3	<i>Análises do vídeo</i>	42
3.2.3.1	<i>O TRACKER Vídeo Analysis and Modeling Tool</i>	44
3.2.3.2	<i>A videoanálise na perspectiva educacional</i>	52
3.2.4	<i>Complementos e Edições</i>	55
3.2.5	<i>Finalização</i>	64

4	A APLICAÇÃO DA VIDEOAULADIANTE DA AULA TRADICIONAL EM SALA DE AULA	66
4.1	Introdução	66
4.2	Metodologia empregada	67
4.2.1	<i>Objetivos das atividades (Questionário e Experimento)</i>	67
4.2.2	<i>Procedimentos das atividades desenvolvidas</i>	69
4.3	Resultados da Aplicação do Produto Educacional	69
4.4	Observações realizadas	71
4.5	Questionários Pré - Aplicativo e Pós - Aplicativo	73
5	CONCLUSÃO	85
5.1	Fechamento	85
5.2	Considerações finais	85
	REFERÊNCIAS	89
	APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL	103

1 INTRODUÇÃO

É de conhecimento geral que a experimentação desempenha papel relevante e de extrema importância na atividade científica. Sendo assim, as atividades experimentais são ferramentas de inquestionável destaque para o ensino de Física, cujo propósito está além de tornar as aulas de Ciências mais atraentes, dinâmicas e motivadas. Elas proporcionam entre outras coisas, uma melhor observação, compreensão e verificação dos conceitos abordados em sala de aula associando teoria e prática e aproximando os estudantes da real grandeza da atividade científica.

Embora atualmente muitos recursos tecnológicos sejam acessíveis ao público em geral e possam contribuir amplamente para a inserção da atividade experimental no ensino fundamental e médio, ainda são muitas as dificuldades que cercam a sua realização. O produto educacional atrelado a este trabalho pretende colaborar com essa inserção através da criação de vídeos com enfoque experimental e abordagem qualitativa e quantitativa para o ensino de Física no ensino médio e superior.

Além disso, este trabalho apresentará todas as etapas da construção dos vídeos para o ensino experimental, desde a escolha de experimentos e técnicas de videoanálise até as edições e finalizações com *softwares* de livre acesso. A minha escolha nasceu da preocupação com os índices de evasão, reprovação e retenção em Física nas turmas dos períodos iniciais dos cursos integrados e superior do IFPE, campus Caruaru onde leciono e com essa ideia, pretendo conquistar e entusiasmar os nossos alunos no sentido de motivá-los a estudar Física, tentando reduzir tais índices negativos e ainda promover a utilização de uma ferramenta acessível e de fácil emprego; uma alternativa que tente solucionar em curto prazo, problemas como a dificuldade de incorporação ou da inexistência da atividade experimental no contexto da sala de aula.

A questão da evasão e da reprovação em Física nos cursos de nível médio integrado e no curso de Engenharia Mecânica Industrial do IFPE – campus Caruaru, chamou a nossa atenção devido à retenção dos estudantes nos períodos iniciais e tornou-se uma grande preocupação da Coordenação de Formação Geral – CFOG e da Secretaria de Engenharia Mecânica e da Assessoria Pedagógica – ASPE. Após termos feito um levantamento sobre a

situação do baixo rendimento e do reduzido aproveitamento dos nossos alunos na disciplina (coisa que se acumula desde 2012 e nos semestres letivos subsequentes), observamos o problema principalmente no desempenho das turmas dos primeiros três períodos, no que diz respeito ao nível médio e desde 2014, com as turmas de 2º período, de Engenharia Mecânica.

Outro fator preponderante para enfrentarmos essa questão, é um crescente contingente de estudantes que abandonam o curso devido à desmotivação causada pelo alto índice de reprovação e/ou retenção, o que gera desinteresse e uma conseqüente evasão significativa. Investigando situações semelhantes nos Institutos Federais de Educação espalhados pelo país, verificamos que esta preocupação também existe e que pesquisas efetuadas e publicadas em artigos, dissertações e teses, mostram a busca por alternativas de atenuar tais problemas, não só no Nordeste - como foi feito em Sergipe e na Bahia; mas também no Sudeste - como em Minas Gerais e São Paulo e no Sul - como em Santa Catarina e Rio Grande do Sul. (BRASIL, 2015)

Entretanto, a abordagem que propomos com a elaboração de vídeo-aulas com enfoque experimental, como via alternativa ao ensino de Física, nos parece promissora para a realidade do IFPE campus Caruaru, para atender nossos alunos. No Instituto Federal, vivenciamos uma dura realidade que é enfrentada permanentemente: temos estudantes oriundos de várias categorias socioeconômicas e culturais, o que contribui para a formação de turmas com grande heterogeneidade de conhecimentos prévios necessários ou quase a inexistência deles, principalmente daqueles egressos do ensino fundamental de escolas públicas municipais e estaduais da região do Agreste.

Pensando nessa situação até então estagnada, sem perspectiva de soluções efetivas em curto prazo, resolvemos agir buscando meios de reduzir tais problemas, considerados crônicos, propondo a elaboração de videoaulas com enfoque experimental que possam vir a modificar a realidade atual, construindo algo que entusiasme o estudante, despertando nele curiosidade, interesse, espírito crítico e que transforme o quadro atual, de forma objetiva. A aplicação desses vídeos em sala de aula tenta suprir a deficiência da viabilidade operacional de uso do Laboratório de Física na instituição, vez que o espaço de suas instalações comporta um quantitativo de alunos (36), muitas vezes inferior ao dos alunos matriculados nas turmas dos primeiros períodos, tanto no caso do

nível médio quanto nas turmas iniciais do nível superior. A alternativa por enquanto encontrada é a divisão das turmas em dois grupos se alternando semanalmente, mas isto acarreta outro problema que é o de sobrecarregar a conclusão dos conteúdos programáticos.

Nossa proposta não tem a intenção de substituir a atividade laboratorial, mas servir como uma alternativa viável e trazer a atividade experimental para a sala de aula, de forma a promover a dinâmica de ensino-aprendizagem de Física, o que tanto incomoda aos estudantes, desmistificando sua prática educacional e tentando tornar agradável o aprendizado. No curso de engenharia, a Física aparece com a denominação de Física Geral e Experimental, quando na realidade, apenas a partir de 2016, tivemos a instalação do Laboratório de Física, em condições mínimas de operação e assim poder utilizá-lo e fazer jus à denominação da disciplina.

Sabemos que hoje em dia é possível acessar às diversas ferramentas tecnológicas disponíveis para promover avanços na prática de ensino de Física. Não é difícil encontramos estudantes e professores que possuem acesso a computadores, *tablets*, internet, câmeras, aparelhos celulares com sistemas operacionais de tecnologia *iphone* e *android*, etc. Estes recursos podem ser direcionados para o âmbito educacional e serem ferramentas úteis e poderosas. Os avanços tecnológicos, tão naturais ao ambiente sócio - cultural do cotidiano dos estudantes, favorecem à sua utilização já que nas últimas gerações, o aluno domina cada vez mais e com muita habilidade, tais recursos.

Tendo em vista a importância da atividade experimental na aprendizagem e as muitas dificuldades que ainda a rodeiam, desenvolvemos um material didático específico destinado principalmente aos alunos e professores na rede federal básica de ensino. O produto educacional gerado no trabalho faz abordagens quantitativas e qualitativas de experimentos realizados, para que venham a ser uma ferramenta útil para o ensino de Física, tanto no âmbito do ensino médio quanto superior. Utilizamos recursos acessíveis e de fácil manuseio, dando vida a um programa de videoaulas que pode ser levado à sala de aula junto à parte conceitual.

O objetivo principal de nosso trabalho é apresentar processos de construção de vídeos e disponibilizar alguns deles. O material constante de nossos vídeos foi construído para diferentes assuntos na área de Mecânica, com

o objetivo de atingir uma boa variedade de conteúdos. A inserção da experimentação no processo de ensino-aprendizagem de Física possibilita uma interação entre professor e aluno permitindo que atividades práticas e estratégias de ensino sejam reformuladas para relacionar teoria e prática, levando à complementação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula bem como a conduzir o aluno de um ser passivo a um ser ativo, agente de sua transformação, capaz de refletir, interagir, criar e modificar a sua própria realidade.

De acordo com David Ausubel (AUSUBEL, 1982), a potencialidade significativa do material é a primeira condição para que o aluno produza a aprendizagem significativa. Este trabalho pode ser enquadrado no contexto de pesquisa-ação posto que enquanto foi sendo elaborado (pesquisa), conduziu a um produto final (ação) que busca contribuir com benefícios para o ensino de Física. A experimentação desde que seja contagiante, criativa, interessante e envolvente, pode despertar a atenção e o entusiasmo dos estudantes, na busca da compreensão e desmistificação de barreiras que obstruem a assimilação dos diversos conteúdos com os quais o aluno tem contato.

É preciso delimitar a essência do nosso propósito nesse trabalho: A ferramenta baseia-se na filmagem de experimentos que articulam os conhecimentos estudados em sala de aula com fenômenos presentes na natureza e que, por meio de vídeoanálise, possibilita estudar grandezas próprias da Física e introduzir os aspectos essenciais da atividade experimental realizando experimentos simples e de baixo custo que se tornam valiosos para o aprendizado dos conceitos físicos envolvidos. Podemos então, ensinar e incentivar o estudante a aprender conteúdos muitas vezes abstratos e precariamente apresentados de forma superficial, sem a densidade e a profundidade que seriam possíveis de se oferecer.

É oportuno ressaltar o caráter multidisciplinar que os vídeos podem trazer. Além de permitir diversas possibilidades e conexões com vários campos de conhecimento, os vídeos conferem aos professores que os utilizem e/ou construam, habilidades técnicas como artifícios de filmagem, montagem de experimentos, desenvolvimento de animações, edições de imagens e vídeo e ainda podem auxiliar na sua prática de professor.

Este talvez seja um dos maiores benefícios da participação ativa do professor comprometido, ao se engajar no aprendizado dessas tecnologias de construção de vídeos, aperfeiçoando-as cada vez mais e avançando nas demais áreas da Física como o Eletromagnetismo, a Óptica, a Termodinâmica, Ondulatória, etc. e tornando-se propagador de conhecimentos de natureza específica para os próprios alunos, incentivando-os a produzi-los; ou seja, um trabalho com uso de diversas tecnologias acessíveis a todos, que contribuem de várias formas para um melhor ensino de Física.

Portanto devem ser apresentados meios e instrumentos que tragam para o dia a dia das aulas de Física a experimentação, privilegiando o caráter investigativo e a curiosidade, favorecendo a compreensão das relações conceituais da disciplina, permitindo que os alunos manipulem ideias, redirecionem o significado e se apropriem da atividade científica.

2 A ATIVIDADE EXPERIMENTAL E O ENSINO DE FÍSICA

2.1 Justificando a atividade experimental

2.1.1 A importância da atividade experimental no ensino de Física

Richard Feynman (FEYNMAN, R., 1952) em palestra proferida no Brasil na FNFi - RJ, já afirmava:

"A ciência tem transcendental importância por vários motivos e permite o desenvolvimento da indústria e do bem-estar geral. Mas o desenvolvimento técnico em si mesmo não é sempre um bem: conduz ao avião comercial e também ao bombardeio a jato; dá origem à penicilina e também à bomba atômica. O maior valor da ciência é alimentar a curiosidade e nos dar o inigualável prazer de desvendar o desconhecido. Devemos ensiná-la para ampliar o círculo dos que podem participar da deliciosa aventura de conhecer. (...) Ciência é a descrição dos fenômenos da Natureza. Ensinar ciência é, portanto, colocar os alunos em contato com os fenômenos naturais. O ensino usual adstrito a definições e fórmulas mortas, memorizadas ou mesmo entendidas, não chega a ser em si ensino de ciência. Ele só acontece quando o estudante está pesquisando fatos reais, experimentando aquilo que efetivamente está se desenrolando perante ele (e não imaginariamente na lousa); apenas quando investiga, testa e repete aguçado pela curiosidade e pelo encantamento ante o mistério, está ele aprendendo ciência."

Portanto na sua mente genial, à frente de seu tempo, o professor Feynman já chamava a atenção para a importância da atividade experimental. Ele é taxativo ao afirmar que "o estudante precisa, acima de tudo, acompanhar o seu cotidiano e relacioná-lo com a pesquisa de ciências; precisa experimentar, isto é, desvendar mistérios escondidos atrás dos fenômenos naturais, despertar sua curiosidade".

A experimentação em si, integra o que de mais essencial há na atividade científica. Desse modo, as atividades experimentais para o ensino de Física, devem ser dinâmicas nas aulas de ciências. Elas são ferramentas importantes que promovem, entre outras coisas, a verificação e a compreensão dos conceitos abordados em sala de aula, associando teoria e prática além de aproximar os estudantes das dimensões reais da atividade científica.

A experiência está fortemente ligada ao desenvolvimento do indivíduo.

Está ligada a ideia de vivenciar, de inferir, de experimentar, de refletir, de questionar, de guiar e de construir. Gisele Ruiz Silva (SILVA, G. R., 2013) defende que “experimentar é ter um momento de experiência que faz parte da construção do sujeito”. A experimentação permite questionar o conhecimento e o objeto do conhecimento que é mostrado. Assim fazendo, busca-se a compreensão, desenvolvendo saberes e assimilando-os às novas estruturas cognitivas e àquelas que já são conhecidas, isto é, articulando teoria e prática.

Ao trazermos os experimentos que propomos para o cotidiano escolar, levamos em conta os aspectos articulados à prática, que apontem para a experiência como uma atividade própria da ciência, conduzindo o aluno a pensar sobre suas concepções. Segundo Valéria de Freitas Alves (ALVES, 2006), a atividade experimental pode ser um meio de transição de práticas tradicionais e essa transição “constitui um meio por excelência para a criação de oportunidades para o desenvolvimento de possibilidades e capacidades científicas” e quando bem empregada, tem um potencial motivador para esses alunos, de acordo com Marília Fernandes Thomaz (THOMAZ, 2000).

David Hodson (HODSON,1994) ressalta os dez principais objetivos da atividade experimental, já apontados anteriormente quando J. Kerr, (KERR,1963) ressaltava a importância da difusão das atividades experimentais nas escolas, sendo tais objetivos:

- “1.Estimular observação acurada e registro cuidadoso de 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”
- (HODSON 1998 *apud GALIAZZI 2001*)

A atividade experimental com 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 sondagem científica. SILVA, G. R. (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).

Grande parte dos professores de Física concorda que a articulação entre teoria e prática por meio da atividade experimental muda a dinâmica das aulas, motiva os alunos e promove maior participação nas atividades de sala, facilitando dessa forma, a aprendizagem significativa dos conteúdos e ampliando a zona de desenvolvimento do estudante.

Rolando Axt (AXT, 1991) ressalta o papel da experimentação no ensino de ciências e exalta a importância dessa atividade, porém chama atenção para o fato de que a sua inserção embora tenha sido feita há bastante tempo no ensino de ciências, ainda se dá de forma preliminar e introdutória.

“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”.

Ainda de acordo com Valéria de Freitas Alves (ALVES, 2006) “a experiência é um elemento essencial para as ciências e igualmente essencial aos demais aspectos. E que estes, por excelência, compõem o currículo e os professores e organizadores de estudo, não fariam distinção entre prática e ensino-aprendizagem de ciência”. Nessa perspectiva a atividade experimental no ensino de Física está muito além da dinamização das aulas e comprovação de leis, pois ela faz parte do direito que o aluno tem de acessar ao saber científico, não sistematizado, não livresco e possibilita que o aluno compreenda a dialética do desenvolvimento científico - tecnológico, medite sobre elementos do seu dia a dia, como resultado das relações entre Ciência e Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), pois isso é essencial para ele.

Além disso, a atividade experimental serve como ferramenta para minimizar o desinteresse e as dificuldades dos alunos na aprendizagem de conceitos físicos. Isto pode contribuir para reduzir a evasão e a desistência e o

aluno continue a frequentar os cursos integrados do ensino médio e do curso superior do Instituto, cujas grades curriculares levam o estudante a cursar a disciplina, por se tratarem de cursos tecnológicos.

Segundo Renato Cassaro, (CASSARO,2012) a assimilação da dualidade teoria-prática, juntamente com a experiência de ensino, torna-se importantíssima nesse processo de superação de barreiras e aversões à Física, que por vezes estão enraizadas em processos culturais e precisam ser desmistificados já que ela está presente no nosso dia a dia e também porque vivemos em um mundo físico. Quando se comenta sobre cultura de um modo geral, raramente a Física comparece de imediato na argumentação ou outra representante das ciências exatas e naturais dá “o ar de sua graça”.

“Cultura quando então, é pensada academicamente com finalidades educacionais, é quase sempre evocação de uma obra literária, uma grande sinfonia ou pintura famosa - cultura erudita. Tal cultura traz à mente um quadro de Picasso, uma sinfonia de Beethoven, um livro de Dostoyevsky”, como diz João Zanetic (ZANETIC, 1989) enquanto que a cultura popular faz pensar em capoeira, num samba de partido alto, num frevo, em MPB, num pop rock dos Beatles ou num tango de Gardel. “Porém dificilmente cultura se liga ao teorema de Godel, às leis de Newton, à teoria da relatividade de Einstein, à Cosmologia de Hawking ou às equações de Maxwell”. Essa inquestionável importância da atividade experimental no ensino de Física justifica por si só a construção de uma ferramenta que enfatize a experimentação como é o caso dos vídeos propostos e que seja condizente com um ensino articulado e fiel à natureza do conhecimento científico e com a própria ciência.

A utilização dos vídeos inclui todos os elementos próprios da atividade experimental. Eles tornam os fenômenos reais, criando conexões com conceitos científicos pouco conhecidos e quando não, até desconhecidos. Certas habilidades técnicas também são conferidas através desta ferramenta, apesar da inexistência de contato físico direto com os materiais da atividade. O aluno é informado sobre todas as formas de manuseio empregadas ao longo do roteiro, que devido à sua proposta de experimentos simples com materiais acessíveis, permite que ele reproduza o experimento se quiser e tenha uma postura independente e reflexiva.

Devemos deixar claro que esta proposta da experimentação, por si só,

não é garantia de aprendizagem. É necessário destacar a importância das formas de como a atividade experimental é empregada nas suas finalidades. Resta aplicá-la, vivenciar o processo e levantar dados estatísticos sobre o desempenho dos alunos nessas atividades, para saber enfim se a aprendizagem foi ou não significativa.

2.1.2 O uso de experimentos como prática de ensino.

Reconhecendo que a abordagem teórica de um assunto tem uma indispensável importância, a sua complementação deve ser feita, na medida do possível, com a realização de um experimento associado. Para Alberto Gaspar e Isabel Monteiro (GASPAR, A; MONTEIRO, Isabel, C. C., 2005) é por meio dos experimentos que as ciências encantam e aguçam o interesse dos estudantes. O uso do experimento em sala de aula proporciona aos alunos a comprovação da origem de diferentes possibilidades de aprendizagem na disciplina a ser ministrada.

“A partir da década de 1970, começaram a surgir em todo mundo museus e centro de ciências, locais onde as demonstrações experimentais são o centro da atenção e do encantamento de seus visitantes (...)”

Com essa metodologia, o estudante obtém uma aprendizagem eficaz segundo seu ponto de vista, no seu contexto histórico-cultural, resultando assim no aprendizado por intermédio da construção de conhecimento. Segundo Lev Vygotsky (VYGOTSKY, 2001) os experimentos podem servir de suporte para a ação didática, visando a aquisição do conhecimento. Desta forma, o professor de Física deve facilitar a aprendizagem, utilizando-se das atividades experimentais, criando um ambiente científico acolhedor com o intuito de favorecer a iniciativa e a autoconfiança no processo de aquisição de autonomia de sua própria aprendizagem.

“O experimento faz o estudante pensar sobre tudo que existe no cotidiano, na natureza e nas relações humanas que são associadas ao fato ocorrido e assim aparecem alguns processos de interação entre a aprendizagem e a história da cultura onde o sujeito está inserido (...)” segundo Marta Kohl Oliveira

(OLIVEIRA, 2010). Para Vygotsky ao se inserir o experimento em sala de aula, cada aluno interage com os outros alunos, onde todos vão promover a ação. No ensino de Física, o uso da atividade experimental permite ainda que o estudante amplie sua criatividade. A socialização e a aprendizagem científica, dentre outros aspectos relevantes no desenvolvimento do conhecimento científico, também são fatores inerentes à atividade.

A demonstração do fenômeno proporcionará ao aluno que ele perceba ser a Física uma ciência aberta, construída em cima de teses e teorias, as quais muitas vezes, ainda não foram comprovadas. A atividade experimental é vista como meio de proporcionar ao indivíduo o desenvolvimento científico sobre os fenômenos abordados, explorando a sua capacidade física, intelectual e mental, buscando desenvolvê-los na ciência e na vida social. (OLIVEIRA, 2010).

Ao participar da atividade experimental nas aulas de Física, o aluno reorganiza seu aprendizado, ocorrendo uma evolução no conhecimento e no desenvolver dessa aprendizagem, que por sua vez, é uma forma de adaptação ao ambiente. Desde o nascimento o indivíduo traz consigo a capacidade de aprender e com ela, a de se adaptar a esse ambiente em que vive, mas isso só ocorre com a experiência.

O ensino de Física deve proporcionar diversas formas de aprendizado e a mais importante é quanto à participação da ciência na sua vida, para que seja realizada a interação entre o saber científico e o conhecimento. Conforme o Parâmetro Curricular Nacional, (PCN. Ensino Médio Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, 1998), é essencial que o conhecimento físico seja um processo histórico, objeto de contínua transformação, que inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. Ainda de acordo com o PCN, o ato experimental proporcionará uma mudança significativa na consciência científica do sujeito onde demonstrará uma visão mais próxima da existência da ciência no mundo.

Vygotsky afirma que o indivíduo constrói a aprendizagem a partir do momento em que o mesmo se comunica, não só pela fala, mas com tudo o que o cerca. Nos dias atuais isso pode acontecer através de outdoors, propagandas, anúncios em diversas mídias, internet, placas, revistas, sons diversos, entre outros; é através dessas diversas linguagens que o sujeito pratica o processo de

memorização e imagens são associadas com outros objetos. É por meio dessa associação que conseguimos gerar a aprendizagem. Este processo é definido por Vygotsky como o processo de mediação. A ideia de mediação é a mesma da intermediação; isto é, ter uma coisa interposta entre uma e outra coisa. No caso do ser humano a ideia básica de Vygotsky é que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas sim, é uma relação mediada. Esta mediação pode ser feita através de instrumentos e signos (OLIVEIRA, Marta Kohl. Lev Vygotsky, Texto e aprendizagem, 2010).

Aparecida Magalhães Villatorre (VILLATORRE et. al., 2008) propõe 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.

“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 à argumentação dos alunos, que se dá quando eles discordam, apoiam e compartilham opiniões, informações e verificações”.

Citando Daniel G.G. Sasaki na apresentação do livro de Vitor L.B. de Jesus (DE JESUS, 2014),

[...] o ponto principal que discerne as disciplinas teóricas das práticas é o texto usado como material didático. Na teoria há excelentes coleções nacionais e de autores estrangeiros sobre Física básica, disponíveis em livrarias e bibliotecas [...]. Contudo há uma grande lacuna a ser preenchida com livros ou apostilas de Física experimental. As mais conhecidas e tradicionais fazem parte de um roteiro contendo uma lista de materiais e um procedimento passo a passo, tipo uma receita de bolo [...] apesar de ter como objetivo explicar como fazer uma experiência, mais da metade do texto é ocupado com o desenvolvimento do modelo teórico [...] e o que vem adiante é uma sequência monótona de instruções que você deve seguir rigorosamente, na ordem estabelecida, sem pestanejar, chamada de procedimento experimental”.

Ainda segundo Sasaki, essa caricatura não corresponde à realidade do ensino experimental, mas é um reflexo difuso dele salientando que há no mercado acadêmico do Brasil, quase um vácuo no que se refere a obras de referência voltadas para o ensino de Física experimental; “as poucas que existem, em boa parte estão esgotadas nas editoras e as disponíveis nas livrarias são reproduções de apostilas tradicionais”.

O experimento muitas vezes está restrito a uma sequência de etapas em que os estudantes têm que repetir o passo a passo da receita que lhes é entregue para fazer dar certo realizando uma atividade descontextualizada, sem significado algum, como num roteiro preestabelecido. Pensando em todas essas limitações, algumas propostas e alternativas de inserção da atividade experimental nas aulas de Física têm sido estudadas, testadas, analisadas e então, descartadas ou aproveitadas e neste caso, por vezes fundamentadas nos novos recursos disponíveis, com ferramentas tecnológicas como as videoaulas.

2.2 Ferramentas tecnológicas para o ensino de Física

2.2.1 Agentes facilitadores

Na aprendizagem, o experimento traz benefícios do ponto de vista intelectual, social, didático e até mesmo disciplinar. Como benefício intelectual, o experimento fará o aluno ser capaz de interpor, questionar, averiguar o fenômeno, e de interpreta-lo. Como benefício social, o aluno passa a associar a existência do fenômeno, em diversos momentos do cotidiano, enfatizando a importância de possuir o conhecimento. Como benefício didático, os experimentos transformam conteúdos desgastantes e monótonos, em atividades interessantes, revelando certas facilidades através da aplicação experimental. E como benefício disciplinar, o experimento conscientiza que quando há interesse pelo que está sendo ofertado, tudo contribui para que haja uma maior participação do aluno e automaticamente a disciplina é naturalmente alcançada.

A inserção dos experimentos por meio das videoaulas permite o desenvolvimento do aluno, atingindo vários objetivos como evolução na linguagem, motricidade, atenção e inteligência. O mediador também é um importante agente facilitador da aprendizagem e do aumento de rendimento de seus alunos, uma vez que precisa planejar bem as videoaulas para que elas sejam um suporte eficiente no processo do ensino-aprendizagem. Por isso é fundamental que o professor de Física na sala de aula, tenha noção do conhecimento científico que os educandos possuem para que possa fazer

interação entre o ambiente científico e o ambiente sócio-cultural, apresentando assim uma formulação da sua proposta pedagógica.

O professor deve partir de atividades experimentais simples para estimular curiosidades e habilidades capturadas da vivência de cada aluno, para gradativamente possibilitar a construção do conhecimento, resultando assim no melhor aproveitamento do conteúdo. Quando se ensina diretamente com experimentos em Física, eles contribuem para que o aluno descubra o fenômeno por si só. Por outro lado, permite que o evento seja observado pelo próprio aluno deixando-o criar sozinho as suas hipóteses sobre o fenômeno, o que contribuirá para que não se esqueça do que construiu.

2.2.2 Possíveis avanços para o ensino de Física.

Nos últimos anos a tecnologia tem avançado em ritmo intenso difundindo-se amplamente no cotidiano das pessoas, modificando hábitos e rotinas da sociedade de um modo geral. Com o desenvolvimento e a popularização de recursos tecnológicos, surgiram possibilidades de utilizar tais recursos como ferramentas auxiliares no processo de ensino-aprendizagem. As escolas podem utilizar os recursos computacionais para um melhor desempenho dos alunos. Programas interativos, ferramentas virtuais e até os recentes aplicativos para celulares e *tablets* com tecnologia *android* ou *apple*, podem colaborar significativamente para o ensino de Física, tanto nas aulas teóricas, quanto nas aulas experimentais.

Assim, segundo José Manuel Moran (MORAN, 2000) é preciso atentar 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”.

O objetivo do uso dos recursos tecnológicos está em criar meios facilitadores para a aprendizagem, lançando mão deles para promover ações e práticas. Victor Ferreira (FERREIRA, 1998) defende que a maneira como essa ferramenta em potencial venha a ser 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.”

Podemos vislumbrar com otimismo que o aproveitamento dos avanços tecnológicos, pode contribuir decisivamente para um ensino de Física mais eficiente, nos dias atuais.

2.2.3 Recursos tecnológicos disponíveis para o ensino de Física

A utilização de novos recursos tecnológicos no ensino de Física, não é uma tendência tão recente. Paulo Ricardo da Silva Rosa (ROSA, 1995) já apresentava uma revisão da literatura sobre trabalhos compreendidos no período entre 1979 e 1992 que abordavam a utilização e as potencialidades do uso de computadores no ensino de Física, o seu emprego e os resultados desta utilização. Nela o autor fazia uma análise dos resultados obtidos do ponto de vista pedagógico e dividiu em cinco categorias as principais potencialidades:

- (a) estudo de processos cognitivos para o uso do computador no ensino;
- (b) coleta e análise de dados em tempo real;
- (c) simulações (estática e dinâmica) dos fenômenos físicos;
- (d) instrução assistida por computador;
- (e) estudo de processos cognitivos.

Publicações em trabalhos mais recentes (SANTOS, OTERO & FANARO, 2000; MEDEIROS & MEDEIROS, 2002; GRZESIUK 2008) mostraram novas modalidades de emprego de recursos tecnológicos, como a utilização de *softwares* com diversas finalidades. Em outra publicação a respeito, Solano Araújo, Eliane Veit e Marco Antônio Moreira (ARAÚJO, VEIT & MOREIRA, 2014) apresentam as sete categorias que agrupam as modalidades da utilização de recursos tecnológicos no ensino de Física:

a) Instrução e avaliação mediada pelo computador: o computador é utilizado como o principal recurso e seu modo de aplicação é caracterizado pelo emprego de programas tutores (tutoriais), testes automatizados para a avaliação de concepções prévias e testes de aprendizagem. 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*, análise e construção de modelos, desde suas estruturas matemáticas até a análise dos resultados gerados por esses modelos.

c) Coleta e análise de dados em tempo real: A análise de dados compreende gráficos, tabelas, cálculos estatísticos e uma gama de processos de construção. Essas atividades são amplamente utilizadas por aproximarem o aluno da atividade experimental e permitem redirecionar os esforços na construção árdua de análises de dados para a compreensão dos conceitos físicos.

d) Recursos multimídia: textos, sons, imagens, animações, *softwares*, vídeos e simulações, são os principais elementos dessa categoria. São utilizados de modo a fornecer contextos didáticos sobre o tema estudado. A videoanálise pode ser enquadrada nessa categoria, pois supõe coleta e análise de dados a partir da filmagem de experimentos. Essas atividades, quando bem empregadas, apresentam muitas vantagens para o ensino de Física.

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, permutas de arquivos e conferências.

f) Resoluções algébrico-numéricas e a visualização de soluções matemáticas: apresenta uma proposta de resolução de problemas algébricos e numéricos de exercícios de Física ou ainda a representação gráfica das soluções matemáticas.

g) Estudo de processos cognitivos: inclui os artigos voltados à pesquisa dos alunos, interação com colegas e professores, ferramentas de pesquisa, livros, material didático em geral, etc.

O embasamento reforçado dessas novas tecnologias computacionais, sobre a aprendizagem, de modo geral, é uma grande ferramenta para o Ensino de Física.

2.3 Viabilidade dos vídeos como alternativa didática

2.3.1 É viável a inserção de videoaulas focando experimentos no ensino de Física?

Sim! Levando em conta as argumentações anteriores, diante da importância da atividade experimental e dos tantos fatores que dificultam sua inserção no ensino de Física, desenvolvemos uma ferramenta didática de baixo custo e fácil reprodução fazendo uso dos muitos recursos tecnológicos acessíveis e amplamente difundidos tais como câmeras com qualidade de filmagem cada vez melhor, editores de vídeos, *softwares* de análise, entre outros. Outro fator que estimulou ainda mais a produzir o referido material, foi o grande número de sites que apresentam roteiros experimentais de fácil acesso e de baixo custo.

Muitos deles são favoravelmente abrangentes e as plataformas de vídeo como o *YouTube* e *CiênciaTube* também dispõem de inúmeros vídeos direcionados ao ensino de Física, incluindo tutoriais que orientam construir experimentos viáveis, a utilizar *softwares* e vídeos que possam ser empregados e depois, disponibilizados.

2.3.2 A videoaula como uma alternativa didática complementar

O emprego da videoaula como alternativa didática para o ensino de Física é na realidade um complemento. É uma ferramenta usada como um poderoso recurso presente no ensino atual. Entretanto o aluno muitas vezes acomoda-se numa postura passiva no processo de aprendizagem, por conta que alguns vídeos são pouco interativos e não estimulam reflexões.

Na análise da produção e utilização de vídeos no contexto do ensino de ciências, Luiz Augusto Rezende e Miriam Struchiner afirmam que o intuito geral do emprego do vídeo deve ser o da dinamização e exemplificação (REZENDE e STRUCHINER, 2009). Embora os experimentos precisem ser gravados para construir os vídeos, estes podem ser apresentados dentro de uma faixa de tempo

bem menor que o tempo necessário para realizar o mesmo experimento no laboratório, aprimorando o processo de elaboração e evolução da aula.

Sendo assim, o vídeo produzido pode ser disponibilizado pelo professor em canais na Internet como o *YouTube*, por exemplo, para futuros estudos, esclarecimento de dúvidas, reforço na aprendizagem ou revisões, etc. Os vídeos inserem no contexto escolar um elemento que é próprio à atividade científica que é o experimento. Os vídeos podem beneficiar o processo de ensino-aprendizagem de Física, mas exigem cuidados e planejamento, próprios da atividade. E o experimento via construção do vídeo é uma atividade experimental no cotidiano escolar.

Nos Institutos Federais onde nos propomos a empregar tal recurso tecnológico, temos sempre um ambiente culturalmente propício a essas inserções, visto que o aluno é orientado prioritariamente a ser um elemento habituado em buscar familiarizar-se com novos recursos tecnológicos. Por isto os componentes curriculares estão inseridos num contexto técnico e tecnológico.

2.4 Descrição da Estrutura da Dissertação

O nosso principal objetivo é apresentar como produto educacional, videoaulas com direcionamento experimental mostrando técnicas, processos de análise e edição, os recursos utilizados nas etapas dos processos de construção e os *softwares* disponíveis para a sua realização. A dissertação apresenta ainda uma revisão de literatura acerca da importância da atividade experimental no ensino das ciências, das suas características e a relação com as ferramentas tecnológicas inseridas no ensino de Física.

A sua estrutura física organiza-se em três capítulos, além das conclusões e considerações finais e dois apêndices, sendo um deles, o Levantamento estatístico da situação da disciplina Física, tanto a nível médio como a nível superior, no Campus Caruaru, antes e depois da aplicação das videoaulas do produto educacional (apêndice A).

Capítulo 1: Introdução Geral

Expomos as discussões teóricas que embasam este trabalho: As motivações e preocupações que nos levaram a tentar solucionar ou pelo menos

atenuar o problema da evasão e da reprovação e retenção dos alunos na disciplina no âmbito do IFPE- campus Caruaru, fazendo uma revisão da literatura sobre a importância da atividade experimental com suas implicações e analisamos a utilização de recursos tecnológicos no ensino de Física.

Capítulo 2: Construção de vídeos com abordagem experimental para o ensino de Física:

Discutimos os processos de construção de vídeos, mostrando todas as suas etapas: escolha do experimento, filmagem, análises, complementos, edições e finalização, dando ênfase aos aspectos fundamentais, técnicas utilizadas e ferramentas disponíveis para construção de vídeos. Apresentamos também uma sessão dedicada à vídeoanálise, processo principal da construção de vídeos. Esta etapa destina-se às discussões metodológicas deste trabalho e à apresentação de diversos vídeos criados como amostragem.

Capítulo 3: Aula Tradicional X Aplicação do vídeo em sala de aula; resultados obtidos:

Abordamos a metodologia escolhida para aplicação do Produto Educacional que foi elaborado, nas turmas selecionadas do IFPE – campus Caruaru, abordando o desempenho dos estudantes antes da aplicação das videoaulas e depois de sua inserção nas atividades. Com o emprego de questionários pré e pós-aplicativos à apresentação das videoaulas, colhemos dados que foram registrados e a partir deles, interpretados os resultados obtidos. Eles fornecem o diagnóstico daquilo que se observou e colheu, isto é, se ocorreu alteração (transformação) no aprendizado de cada turma, através de planilhas, tabelas e mapas que confrontarão os rendimentos escolares dos alunos, anteriormente e posteriormente à aplicação dessa metodologia.

Conclusões gerais e considerações finais:

Retornamos com as discussões apresentadas inicialmente para estabelecermos uma conexão com os resultados obtidos. E diante da constatação e confrontação dessas informações, apresentamos as conclusões que podemos tirar e com elas, sugerir novas propostas para consolidar ações

efetivas para a inserção das videoaulas como valor agregado ao ensino de Física.

Apêndice A: Produto Educacional - Vídeos Produzidos

Apresentamos aqui, à parte desta dissertação e de acordo com as recomendações do MNPEF/ SBF, os vídeos elaborados da forma mais objetiva possível e que foram desenvolvidos ao longo de todo processo de construção, fazendo as devidas conexões entre os objetivos propostos e os vídeos produzidos.

3 CONSTRUÇÃO DE VÍDEOS COM FOCO EXPERIMENTAL NO ENSINO DE FÍSICA

3.1 Introdução

Neste capítulo, apresentaremos a metodologia que foi empregada na elaboração de vídeos com abordagem experimental. Detalharemos as etapas da construção dos vídeos desde seu planejamento até a sua finalização dando maior enfoque aos aspectos principais tais como, pesquisa e escolha do experimento, filmagem, análises das tomadas de vídeo, edições e finalização. Dedicamos ainda uma sessão à ferramenta videoanálise, devido ao importante papel que desempenha na realização do trabalho. Mostramos ainda as demais ferramentas utilizadas no desenvolvimento desse projeto e os recursos disponíveis para a utilização no processo de elaboração dos vídeos.

3.2 Elaboração dos vídeos

Para desenvolver os vídeos, elaboramos um roteiro com cinco etapas que obedecem a uma metodologia de aplicação em ordem cronológica e acontecem em determinada sequência para a construção dos vídeos com enfoque experimental:

1. Escolher o tema do experimento: esta etapa compreende a escolha do tema a ser desenvolvido, o planejamento na elaboração de objetivos e finalidades para os vídeos, mapeamento das ideias; estruturação das atividades a desenvolver; enfim, o planejamento estratégico do experimento.
2. Realizar a filmagem do experimento: esta etapa dá início efetivamente ao processo de criação do vídeo, onde a grande importância está na escolha adequada dos equipamentos a serem utilizados.

3. Efetuar as análises do Experimento: é a etapa principal do processo em que se fundamenta o estudo dos aspectos do experimento; a obtenção de dados por videoanálise, construção de gráficos, tabelas, quadros, estudo das grandezas físicas envolvidas, etc.

4. Inserir os complementos e edições: esta etapa compreende os processos metodológicos de construção do vídeo, como a inserção de fundamentação teórica, apresentação de discussões experimentais por meio de animações, slides, tomadas de vídeo e os processos técnicos de edição, como a união de corte de vídeo, animação, inserção de áudio, legenda, entre outros.

5. Proceder a finalização: é a etapa final do processo e fundamenta-se na revisão do vídeo finalizado e deve garantir que o produto gerado seja coerente e correto com os objetivos pré-estabelecidos.

A produção e realização adequadas dessas etapas citadas acima, são essenciais para conferir qualidade ao produto final. Para a construção deste material apresentamos técnicas e recursos disponíveis gratuitamente e com alternativas de uso a que se destinam. A princípio, para professores da rede básica de ensino, onde a utilização destes meios é apresentada de forma sistematizada, mas poderá ser disponibilizada ao nível superior, sendo modificada conforme o uso e necessidades de cada professor e de sua realidade de sala de aula.

3.2.1 A escolha do experimento

Qualquer experimento deve estar associado ao conteúdo estudado na sala de aula; a escolha de um experimento deve ser cuidadosamente selecionada. O processo de seleção tem início com a escolha entre as diversas áreas de estudo da Física como: Mecânica, Termodinâmica, Eletromagnetismo, Óptica, Ondulatória, etc, e em seguida efetuar uma busca mais específica por determinado conteúdo que desejemos estudar. Por exemplo, podemos escolher um experimento de Eletricidade e dentro dessa área, focar o estudo de Associações de Resistores.

Deve-se ressaltar que mais de um aspecto pode ser estudado através de

um mesmo experimento e que isso deve ser levado em conta, tornando-o repleto de alternativas e de objetos de pesquisa. Um experimento pode ser concebido com diferentes propósitos, sendo necessário preestabelecer os seus objetivos a serem estudados e o professor definir claramente o que se pretende alcançar com o vídeo. É importante observar que a inadequação do experimento com os objetivos, pode gerar um vídeo sem significado para os estudantes e tornar sua inserção inviável e dispensável, ou seja, descartável e improdutiva. Com base nesses elementos, o experimento deve ser escolhido.

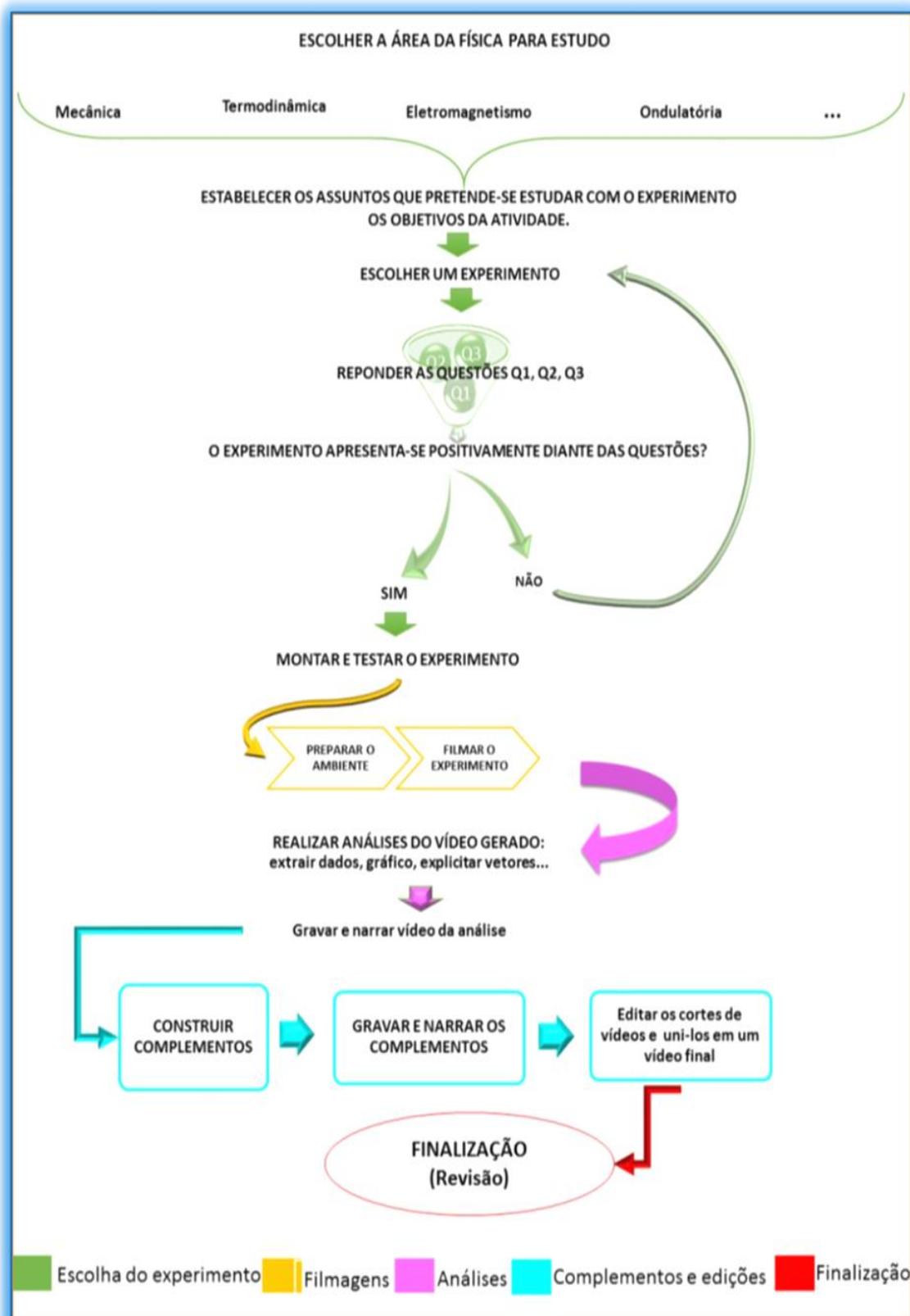
No processo de escolha do experimento, a criatividade é um fator importante. Conforme o que se pretende enfatizar no vídeo, um experimento desde o seu nascedouro pode ser criado, modificado, adaptado, reproduzido, simulado e repetido tantas vezes quanto seja necessário. Em meio aos recursos e possibilidades disponíveis, é do professor a decisão de como fazê-lo, uma vez que ele é o protagonista da mediação.

Ainda de acordo com Sasaki em (DE JESUS, 2014)

“[...] um experimento vem antecedido pelo respectivo modelo teórico, porém a estrutura da narrativa tem uma abordagem cujo foco é sempre o procedimento experimental, seus cuidados, as nuances, dúvidas práticas e discussões sobre diferentes aspectos da configuração, incluindo o “pulo do gato”, detalhe aparentemente irrelevante, mas que muitas vezes faz toda a diferença para obter um bom resultado”.

De acordo com Peixoto Silva, (SILVA, M.S.P., 2016), selecionado o experimento, devemos formular algumas questões que permitam refletir sobre a abrangência, relevância, viabilidade e dinamização do experimento, as quais devem ser respondidas antes de prosseguir com as próximas etapas da construção. Para auxiliar nos processos de elaboração dos vídeos, Peixoto Silva (SILVA, M.S.P., 2016), apresenta no Quadro 01 uma metodologia de construção dos mesmos e sintetiza essas etapas.

Quadro 01- Organograma da metodologia empregada na construção dos vídeos.



Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptação de SILVA, M.S.P. (2016).

Q1. O experimento escolhido e selecionado é suficientemente abrangente? É possível discutir os aspectos mais importantes do assunto? O experimento pode ser realizado com facilidade? É de simples confecção?

O experimento escolhido precisa ser abrangente e não estar limitado a uma simples constatação, sem que outros aspectos relevantes possam ser estudados. Este questionamento permite saber se a ferramenta é viável, se reduz os custos dos recursos empregados, se é de fácil execução e se operacionalmente pode se adaptar com a disponibilidade de tempo do professor. Um experimento que não seja abrangente faz com que o professor demande muitos esforços para um estudo apenas pontual. Não compensa. Mas não queremos dizer com isto que um estudo pontual não possa ser feito.

É nosso objetivo desenvolver uma ferramenta que facilite o emprego da atividade experimental no ensino de Física e não, que a dificulte. A escolha de um experimento adequado contribui para a superação de uma concepção simplista e analítica da atividade científica. Segundo Gil Pérez, (Gil Pérez, 2002) esta concepção pressupõe a construção do conhecimento de forma “parcelada”, conduzindo a uma imagem fragmentada do conhecimento científico, ignorando qualquer tipo de relação entre os conhecimentos e as tentativas de unificação.

O experimento escolhido deve ser simples e associado à clareza do que se pretende mostrar assegurando a prática didática e não o contrário, além de dar dinamismo ao vídeo. Em nosso trabalho prezamos por elaborar experimentos que pudessem ser reproduzidos pelos estudantes sem necessidade do mediador, mas que apresentassem muitas possibilidades de execução.

Q2. Com a realização do experimento escolhido, que reflexões podem ser extraídas? Os conteúdos lá incluídos podem ser bem assimilados? É possível a problematização do tema?

A literatura disponível cita que um dos objetivos de muita importância para a realização de experimentos é promover a associação entre os conteúdos estudados e os fenômenos presentes na natureza, isto é, de buscar a assimilação da teoria e da prática. O experimento planejado para a construção das videoaulas precisa articular tal assimilação e promover a superação da abstração de leis da Física. É essencial que ele possibilite ao aluno fazer reflexões sobre a teoria abordada e o próprio experimento, ou seja, o fenômeno

em si. Então, a partir das suas concepções, o aluno poderá construir e reconstruir conceitos, esclarecer dúvidas, corrigir inseguranças e consolidar suas ideias. A atividade escolhida deve permitir ao estudante perceber a presença dos conteúdos abordados na própria natureza, moldada pela ciência e suas dimensões tecnológicas, presentes tanto no cotidiano, quanto no próprio universo.

Q3. Qual é a relevância do experimento escolhido para o ambiente da sala de aula? As competências preestabelecidas ficam garantidas e instaladas? Estas competências são realmente promovidas?

Indiscutivelmente, o experimento em estudo deve ter amplo significado para os estudantes; ele deve ter a devida importância para se conseguir uma aprendizagem significativa. O experimento, como foi pensado, precisa garantir as abordagens fundamentais do assunto e das exceções (se houver), sendo importante que o experimento se sobressaia diante das possibilidades de outros experimentos que permitem o estudo daquela mesma gama de conteúdos.

Também é necessário que o experimento promova as competências preestabelecidas, isto é, o conjunto de habilidades próprias ao assunto e à atividade científica proposta. Caso contrário o vídeo produzido não terá sentido no contexto da sala de aula e da própria realidade do aluno. O vídeo será mais um material sem sentido nem utilidade.

Se o experimento tiver uma repercussão positiva diante das questões levantadas e da proposta de ensino, ele estará apto a prosseguir com o planejamento elaborado e poderá ser preparado e testado para o processo de filmagem.

3.2.2 A Filmagem e seus principais aspectos

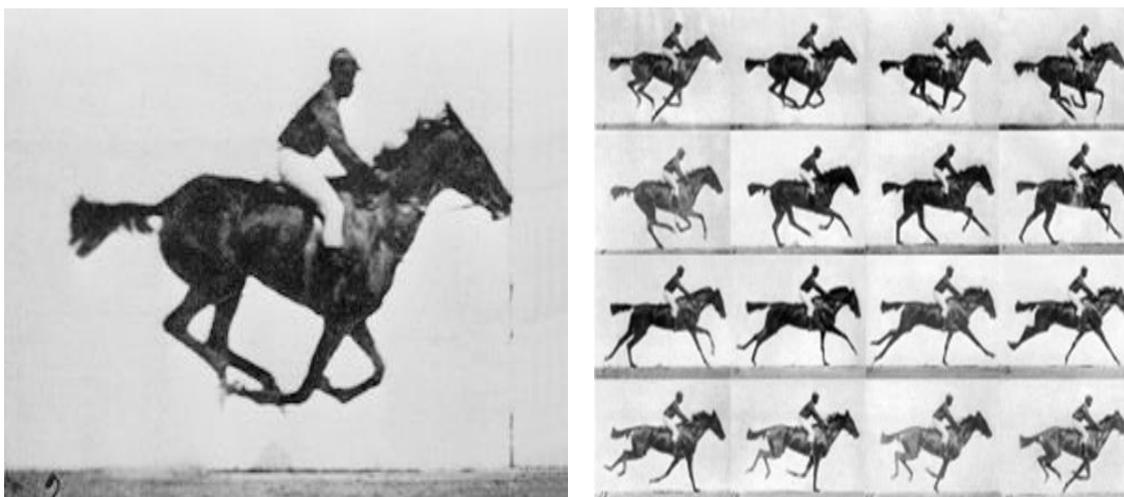
A filmagem do experimento é a etapa mais simples da elaboração da videoaula embora alguns cuidados devam ser considerados; para que uma boa análise possa ser feita. Segundo (SILVA, M.S.P., 2016), a boa qualidade do vídeo é extremamente importante para atingir os objetivos pretendidos. Daí, o equipamento e o ambiente da filmagem já podem ser devidamente preparados.

O primeiro aspecto a considerar é o equipamento que se vai utilizar.

Dependendo do que se deseja obter com o vídeo, a câmera é selecionada. Essa escolha pode variar desde câmeras profissionais e sofisticadas, até às câmeras comuns, como câmeras de celulares. Os equipamentos utilizados na tomada de vídeo irão depender do objeto de estudo. Se a intenção é estudar um fenômeno que acontece muito rapidamente, como por exemplo, o movimento de uma bala¹, sujeita a grandes colisões ou deformações, será necessário usar uma câmera profissional, com alta resolução e alta taxa de quadros por segundo.

Se o objetivo for estudar a velocidade do centro de massa de um carrinho de brinquedo em um trilho ou de um bloco deslizando sobre uma rampa, uma câmera simples, com poucos quadros (*frames*)² por segundo e de baixa resolução será suficiente. A figura 1, abaixo, descreve fotogramas projetados em filme a uma cadência de 24 imagens por segundo.

Figura 1- Fotogramas (frames ou quadros) – projetados em filme a uma cadência de 24 imagens por segundo.



Fonte: Posts Tagged frames por segundo by Prof. Paulo Reis em Apontamentos (2010)

Nota: Adaptação de texto, vídeo e frames: <https://vid8o.wordpress.com/tag/frames-por-segundo/> (2010).

Portanto, para uma boa tomada de vídeo de fenômenos simples, deve-se utilizar uma câmera com taxa mínima de 30 (trinta) quadros por segundo e

¹ . No caso de uma bala, a velocidade depende da sua massa bem como da potência da arma utilizada, podendo ir de 100m/s a 800 m/s.

² Em geral usa-se o termo fotograma para as imagens individuais de um filme, reservando a palavra *frame* apenas para as imagens de vídeo e utilizando quadro ou imagem para produtos audiovisuais genéricos, produzidos em qualquer tecnologia

resolução de 5 MP (Megapixéis). A maioria das câmeras disponíveis no mercado, incluindo câmeras de celulares e câmeras não profissionais já possuem esses parâmetros.

Em geral, o número de quadros por segundo pode ser informado e até selecionado nas configurações de vídeo da própria câmera do celular (nosso caso). O número de pixels descreve a cadência (frame rate) em que o dispositivo de processamento de imagens as produz consecutivamente.

As taxas de aquisição de frames (fps) ou quadros (qps) devem ser condizentes com a velocidade do experimento (para os mais lentos 30 fps e para os mais rápidos 120 fps). Ou seja, a velocidade do evento e a taxa de aquisição dependem do tipo de experimento relativo ao fenômeno estudado.

Afora a capacidade de resolução e o número de quadros por segundo, outras características da câmera devem ser destacadas como captura de vídeo da câmera. Para situações comuns, as configurações automáticas da câmera cobrem as exigências mínimas para uma boa qualidade da filmagem. Porém se o equipamento for, por exemplo, a *webcam de notebook*, essas configurações precisarão ser ajustadas.

O segundo aspecto, muito importante, é dar atenção ao ambiente a ser escolhido, que deverá favorecer à tomada do vídeo. Desse modo, elementos como luminosidade adequada, plano de fundo e contornos do vídeo devem ser observados. O ambiente deve ser bem iluminado e fazer contraste com os elementos do experimento. Em geral os equipamentos para tomada de vídeo possuem ajuste automático ao ambiente e mesmo os equipamentos mais simples já dispõem desse recurso. Este aspecto nos dá informações extremamente importantes, de merecido destaque!

Se o experimento a ser realizado for, por exemplo, um experimento para a determinação do coeficiente de atrito estático a partir do ângulo crítico de uma rampa, deve haver um contraste entre o plano de fundo, a rampa e objeto que desliza sobre ela. O contraste proporciona segurança na hora de definir na análise do vídeo, o rastreamento da posição do objeto. Devemos ter atenção às sombras que podem ser projetadas no plano de fundo e evitar mudanças sobre este, em uma mesma filmagem. Os planos de fundo claros, como o branco, geralmente 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 verificado

O terceiro aspecto passa por delimitar os extremos do experimento. Eles precisam estar dentro do campo visual de filmagem. Para um experimento com movimento amplo, a câmera precisa ser posicionada de modo que a tomada de vídeo compreenda toda a extensão do movimento do começo ao fim, estando o eixo da lente da câmera em uma direção perpendicular ao plano que contém a trajetória do elemento móvel, evitando assim erros de paralaxe.

Embora não o tenhamos utilizado nas nossas filmagens, o *zoom* da câmera também é importante. Se for necessário utilizar o *zoom* na filmagem, é preferível o uso de *zooms* ópticos, que apresentam algumas vantagens sobre o digital, já que aproximam a imagem sem a perda na qualidade. Durante a filmagem, a câmera deve estar sempre fixa. É recomendável usar um tripé estabilizador ou um suporte qualquer desde que a câmera não sofra vibrações e esteja sempre bem fixada à frente dos parâmetros a serem estudados, pois um equipamento instável na filmagem inviabiliza as análises do vídeo.

O quarto aspecto que se constitui num elemento essencial para filmagem, sem o qual impossibilitaria a análise do vídeo, é a medida de referência, que pode ser uma régua, uma fita métrica, uma trena ou ainda qualquer elemento conhecido. A medida de referência permite que dados sejam extraídos na videoanálise a partir de uma conversão de uma escala real para uma escala virtual. Esses elementos garantem a qualidade da filmagem com um bom número de informações necessárias, que valorizam o objeto de estudo e reduzem possíveis flutuações.

3.2.3 Análises do Vídeo

A seção de análise de dados deve ser analítica e não um amontoado de tabelas vazias; para existir uma análise é preciso ter antes dados reais e a partir deles ocorrer uma interpretação onde são presumidas e avaliadas relações entre parâmetros da teoria, como afirma Sasaki em (DE JESUS, 2014).

Ao nosso modo de ver, as análises do vídeo constituem a etapa primordial da construção da videoaula. Cuidam do tratamento computacional do

vídeo, permitindo que dados sejam retirados da filmagem e que o objetivo do vídeo seja atingindo. Sem elas os demais estágios do processo não têm sentido. São nas análises do vídeo que os parâmetros físicos são ressaltados e apropriados para estudo.

A técnica consiste em fazer uma análise detalhada da tomada de vídeo de um experimento através de ferramentas computacionais que relacionam o fenômeno que está sendo estudado com grandezas observáveis da Física. Esta técnica é chamada de videoanálise.

Atualmente, podemos investigar uma tomada de vídeo a partir da videoanálise de filmagens realizadas por câmeras, até mesmo de aparelhos celulares e dependendo do grau de precisão exigido, é possível obter excelentes resultados. Sasaki (DE JESUS, 2014), reforça que a videoanálise não é apenas um modo eficiente e barato de obter medidas precisas, mas um instrumento que pode fornecer subsídios para a própria modelagem matemática, extraindo relações dinâmicas entre os parâmetros do experimento.

Para (DE JESUS, 2014), a videoanálise não é apenas uma ferramenta para obtenção de dados experimentais, mas também pode ser usada para obter relações funcionais que ajudem na resolução do modelo teórico. E isso ocorreu no desenvolvimento de nossos vídeos. Ela não está restrita ao estudo de um experimento apenas na área de Mecânica. Ao contrário, tem sua utilização bem mais diversificada, sendo possível fazer análises de experimentos e fenômenos em diversas outras áreas, como Eletromagnetismo, Física Moderna, Óptica, Ondulatória ou Termodinâmica.

A videoanálise dá prioridade ao uso do método científico para realização de análises criteriosas de cada um dos experimentos propostos e assim grandezas observáveis, isto é, os dados, podem ser extraídos do experimento; gráficos podem ser confeccionados, vetores são representados; tabelas podem ser elaboradas, fotos são registradas de momentos considerados importantes do experimento.

Os gráficos e tabelas nos permitem identificar trajetórias e tipos de movimento a que o elemento móvel escolhido está associado, além de interpretar dados sobre velocidade, aceleração, etc.

Além disso, imagens estroboscópicas³ são produzidas do experimento. Este conjunto de ações irão compor os vídeos finais. As alternativas são muitas e os elementos a serem inferidos dessa etapa, dependerão do objetivo desejado com o vídeo. A grande inovação no ensino de Física experimental está no emprego de videoanálises através de *softwares* livres. A videoanálise é realizada por meio de *softwares* apropriados para analisar, extrair e interpretar os dados colhidos de vídeos e imagens.

Segundo Sasaki em (DE JESUS, 2014), essa poderosa ferramenta possibilita a substituição de caros sensores eletrônicos de posição, tempo, velocidade e aceleração, por uma máquina fotográfica digital simples ou até mesmo um *smartphone*, que qualquer estudante pode possuir atualmente. Alguns desses *softwares* estão disponíveis gratuitamente. De outros, no entanto, é preciso adquirir suas licenças.

Em nosso trabalho utilizamos um software livre e gratuito chamado *Software Tracker* ©. Usamos em nosso trabalho a versão 4.94, de 17 de Agosto de 2016. Através do uso dessa tecnologia, professores e estudantes de Física têm a oportunidade de desenvolver experimentos e atividades de laboratório, utilizando material de fácil acesso, mas de alta qualidade acadêmica. É um software de fácil aprendizagem, o que torna relativamente simples seu uso na obtenção de informações relevantes em experimentos de Física.

3.2.3.1 O Tracker Vídeo Analysis and Modeling Tool

O Tracker Video Analysis and Modeling Tool (Ferramentas de Análises e Modelagem de Vídeos), foi desenvolvido pelo grupo OPEN SOURCE PHYSICS (Davidson College) – OPS e hospedado por comPadre – Digital Resources for Physics & Astronomy Education (www.compadre.org/osp/) Java Framework para ser utilizado nos cursos de iniciação em Física. Possui versão traduzida para o

³ É um conjunto de imagens discretas que são representativas do percurso que um corpo descreve, obtidas de um dispositivo óptico que permite estudar e registrar o movimento contínuo ou periódico de elevada velocidade de um corpo, com o objetivo de fazê-lo parecer estacionário, chamado estroboscópio.

português e pode ser utilizado nos sistemas operacionais LINUX, MAC e Windows.

Outra propriedade do *Tracker*, a qual se encontra disponível em (<http://physlets.org/tracker/>) permite através da importação de um vídeo e sua análise quadro a quadro, determinar parâmetros a partir de uma medida de referência. Possibilita também confeccionar diversos tipos de gráficos, acompanhar o desenvolvimento do vídeo juntamente com os pontos rastreados nos gráficos e fazer ajustes das curvas para o fenômeno físico estudado, medições de intervalos de tempos e espaço, exportar dados em *ASCII*, gráficos bidimensionais e cortes de vídeos trabalhados em formatos *avi*, *mp4*, *gif* e outros.

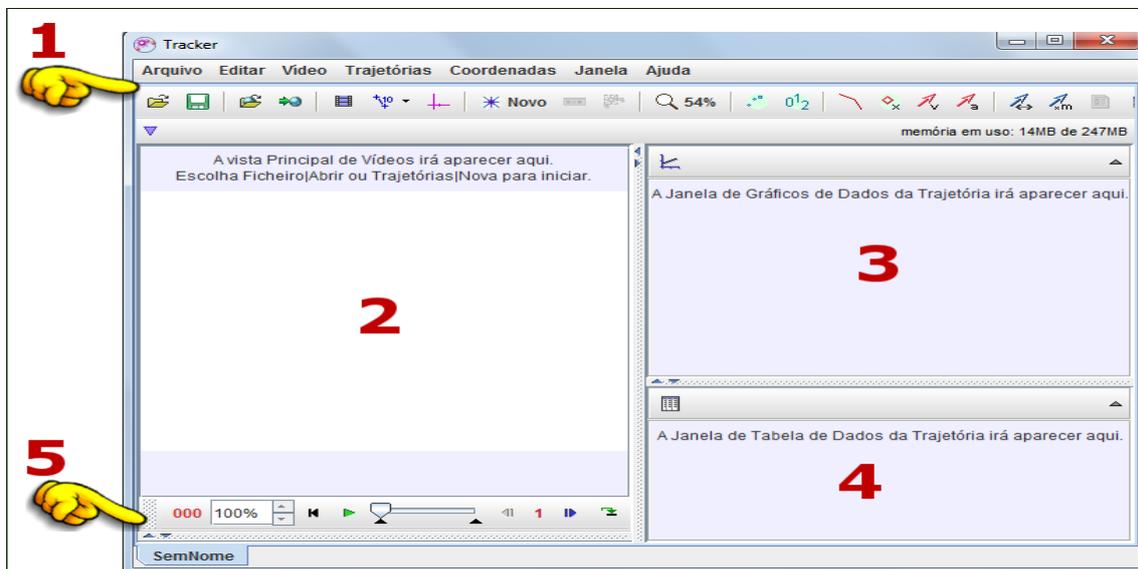
Na realidade, o *Tracker* é um pacote para análise de vídeos e alguns dos atributos inclusos são: posição, velocidade, aceleração sobrepostas e gráficos, filtros de efeito especial, referência a múltiplos quadros, calibração de pontos, perfil de linhas para análises e modelos de partículas dinâmicas. Foi desenvolvido para ser usado como introdução para classes e laboratórios do curso de Física.

O *Tracker* permite construir modelos com padrões teóricos e relacioná-los com os experimentais. O programa está disponível gratuitamente para várias plataformas e se diferencia por sua facilidade de utilização. Dispõe também de uma biblioteca de vídeos e análises que demonstram suas opções de uso e ainda servem de apoio para dar início ao aprendizado de seus vários recursos. Além disso, o programa proporciona o controle de ajuste de dados com modelos teóricos por modelagem de ajustes de curvas lineares e não lineares.

O Ajuste de Curvas é um método que consiste em encontrar uma curva que se ajuste a uma série de pontos e que possivelmente cumpra uma série de parâmetros adicionais. O ajuste de curvas pode envolver tanto a interpolação, onde é necessário um ajuste adequado aos dados, quanto a suavização, na qual é construída uma função "suave" que, aproximadamente, se ajusta aos dados. O ajuste de curvas é muito utilizado para, se fazer extrapolações, isto é, a partir de dados conhecidos, fazer projeções para fora do intervalo observado. A ideia é ajustar uma curva que melhor se encaixa aos dados disponíveis.

A figura 2 exhibe a interface do programa, limpa, vazia, sem dados inseridos.

Figura 2 - Interface do software Tracker: sem vídeos ou gráficos inseridos que apresenta os botões principais utilizados para análise. (1) Barra do Menu e atalhos; (2) Carregamento e manipulação do vídeo do experimento; (3) Gráficos; (4) Tabelas; (5) Barra de navegação;



Fonte: <http://trackemoensinodefisica.blogspot.com.br/2015/05/conhecendo-o-tracker.html>.

Nota: Adaptação de Software Tracker no ensino de Física (2015)

Na parte superior podem ser observadas as barras de menus e de atalhos (1). No centro encontra-se o espaço destinado para o carregamento e manipulação do vídeo (2). Na direita estão as janelas onde os dados obtidos durante a manipulação do vídeo são mostrados em forma de gráficos (3) e tabelas (4). Na parte inferior encontramos a barra de navegação do vídeo (5). A figura (2) exibe a interface do aplicativo com dados inseridos.

O *Tracker* disponibiliza um tutorial sobre videoanálise com o *software Tracker*. O quadro 02 organiza as principais informações técnicas do *software* e um pequeno tutorial para instalação desse programa está disponível no site www.if.ufrgs.br. Durante a análise de vídeo, o estudo do fenômeno parte da base de tempo do equipamento utilizado para filmar o experimento, ou seja, da câmera do celular utilizado.

O programa empregado determina o seu ritmo com base numa taxa de velocidade medida em quadros por segundo (qps) em que foi realizada a filmagem. Se por exemplo, a filmagem é feita a uma taxa de 30 qps e são analisados 300 quadros, isto corresponderá a 10 segundos de filmagem.

Quadro 02- Informações Técnicas do *Software Tracker*.

Nome	TRACKER: Video analysis and modeling tools
Autor	<i>Open Source Physics</i> (OPS). Equipe de desenvolvimento OSP: Wolfgang Christian (líder), Douglas Brown, Mario Belloni, Anne Cox, Francisco Esquembre, Harvey Gould, Bill Junkin, Aaron Titus e Jan Tobochnik.
Descrição geral (a partir dos autores)	<i>Tracker</i> é um <i>software</i> de análise de vídeo e ferramenta de modelagem gratuita construído pela <i>Open Source Physics</i> – Davidson College - (OSP) Java. É projetado para ser usado em cursos de introdução à Física.
Sistemas operacionais compatíveis e versões disponíveis	<i>Linux; Mac; Windows</i> ; da versão 4.95 (setembro 2016 a 4.11.0 (setembro 2017)
Idiomas	Disponível em 24 idiomas, incluindo inglês, francês, espanhol e português (PT e BR)
Tradutores	Tradução para o português (BR) de Arandi Ginane Bezerra Jr, Arthur Nunes Santana e Jorge Alberto Lenz
Características principais	<p>1- Rastreamento manual e automatizado de objetos com sobreposições e dados de posição, velocidade e aceleração. Faixas de centro de massa, gráficos e vetores interativos com o vídeo.</p> <p>2- O <i>Model Builder</i> cria, sobrepõem e sincroniza automaticamente, modelos de cinemática e dinâmica de partículas de massa pontual e sistemas de dois corpos permitindo a comparação direta com o mundo real.</p> <p>3- Filtros de vídeo, incluindo brilho e contraste, estroboscópio, trilhas fantasma e filtros desentrelaçados. 4- O filtro de perspectiva corrige a distorção quando os objetos são fotografados em um ângulo em vez de serem diretos.</p> <p>5- O filtro de distorção radial corrige distorção associada às lentes. Informa as principais características do filme.</p>

	<p>6 – Permite edição e transcodificação de vídeos, com ou sem sobreposição de gráficos, usando o próprio <i>Tracker</i>.</p> <p>7 - Múltiplas opções de calibração: fita, vara, pontos de calibração e / ou origem. Fornece medições fáceis.</p> <p>8- Define variáveis personalizadas para plotagem e análise.</p> <p>9- Permite comentários, diálogos em caixa de texto e exibição de página html.</p> <p>10- Ferramenta de análise de dados que inclui ajuste automático de diversas curvas, espectro de Fourier, cálculo de áreas, somas e etc., no modo automático e manual.</p> <p>11- Exportação formatada ou dos dados em bruto para um arquivo de texto ou delimitado à área de transferência. Possui recurso de biblioteca digital de fácil utilização.</p> <p>12- Provedores e medidas de fita fornecem medidas fáceis de distância e ângulo.</p>
Lançamento da última versão	Setembro de 2017 (versão 4.11.0)
Procedimento do uso de Tracker - Etapas	<p>Basicamente consiste nas seguintes etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1- Organização do experimento; 2- Filmagem do movimento de interesse; 3- Transferência do arquivo de vídeo para o programa já instalado no computador; 4- Marcação dos pontos de movimento do objeto quadro a quadro; 5- Obtenção dos dados de posição e tempo.
Requisitos do sistema	<ol style="list-style-type: none"> 1- <i>Windows</i> (7, 8, Vista, XP): 32-bits ou 64 bits Java 1.6+ VM e ter instalado <i>Xuggle</i> e <i>QuickTime</i>. 2- <i>Mac OSX</i> (10.5+): 64-bit Java 1.6+ VM e ter instalado o <i>Xuggle</i> ou um 32-bit Java VM e ter instalado <i>QuickTime</i>. 3 - <i>Linux</i> (testado no Ubuntu): 32-bits ou 64 bits. <p>O <i>Tracker</i> deve ser executado em um Java VM 1.6 +.</p>
Licenciamento e redistribuição	<i>Tracker</i> é um software livre; pode ser redistribuído e/ou modificado sob os termos da GNU (<i>General Public License</i> –

	Licença Pública Geral) conforme publicada pela <i>Free Software Foundation</i> ;
Formatos de entrada	Compatível com maioria dos formatos de vídeo, como (.mov / .avi / .FLV / .mp4 / .wmv, etc.) em <i>Windows / OSX / Linux</i> .
Formatos de saída	Saídas possíveis em diversos formatos como <i>trk, /gif / .mov/.jpg/.png/.mp4</i> e etc., em <i>Windows/ OSX/ Linux</i>
Site para download	http://physlets.org/tracker/
Tutoriais disponíveis em	http://physlets.org/tracker/ https://meuprofessordefisica.com/2017/04/18/tecnicas-basicas-para-videoanalise-no-ensino-de-fisica/ http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.html
Contatos	Desenvolvedor (Douglas Brown): dobrown@cabrillo.edu / http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/ OPS: http://www.opensourcephysics.org/

Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptação de Tracker © (2017)

A seguir, uma medida de referência, é informada ao programa, a qual é indispensável na videoanálise: régua, fita métrica, trena, etc; essa medida permite que dados sejam extraídos do vídeo a partir da conversão de uma escala real, no espaço físico, para uma escala virtual (escala em pixel⁴). Tendo as informações de tempo e espaço, o programa computacional determina outras grandezas e constrói os gráficos a partir dos dados obtidos do experimento.

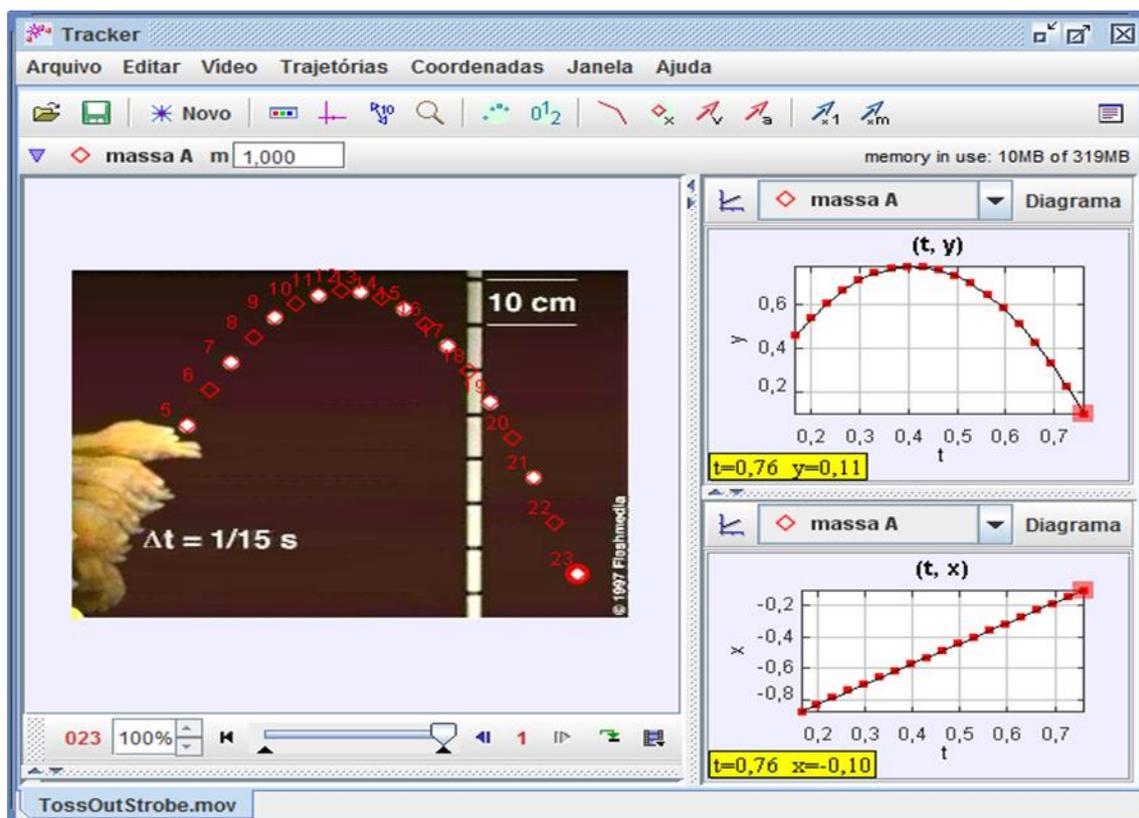
Os processos de análise são simples e suas etapas podem ser descritas, como por exemplo, a partir do vídeo do movimento bidimensional de uma bolinha (esfera), extraído da biblioteca do *Tracker*.

A figura 3 exibe a interface do aplicativo com os dados inseridos, como um exemplo de análise de um vídeo do lançamento oblíquo de uma esfera, que

⁴ Um pixel (de *picture element* - elemento de imagem), cuja abreviatura é *pix*, é o menor elemento de um dispositivo de exibição, que se constitui no menor ponto que forma uma imagem digital e o conjunto de pichéis forma a imagem inteira. Em um monitor, cada pixel é formado por um conjunto de três pontos, coloridos ou não, que compõem a imagem.

apresenta os aspectos principais da análise como trajetória, gráficos e dados de valores de grandezas físicas pertinentes ao experimente e tabela de dados obtidos na análise.

Figura 3: Análise de um vídeo do lançamento de uma esfera que apresenta os aspectos principais da análise como trajetória, gráficos e dados de valores de grandezas físicas pertinentes ao experimente e tabela de dados obtidos na análise.



Fonte: O Autor (2017)

Nota: Adaptação de <http://www.if.ufrgs.br/cref/uab/lab/tracker.html> (2015)

Tais etapas podem ser assim descritas:

1. O processo tem início com importação do vídeo do experimento, o qual é obtido da filmagem, para o programa de análise no *Tracker*, no qual delimitamos o intervalo de quadros de interesse para o estudo, isto é, os quadros inicial e final no vídeo, assinalando os frames escolhidos.

2. Em seguida, definimos o comprimento da medida de referência que servirá para criar um fator de conversão entre as medidas reais e virtuais, fator este que será o mesmo durante toda a análise.

3. Depois escolhemos os eixos do sistema de coordenadas e a origem desse sistema.

4. A seguir informamos ao programa qual o elemento móvel (ponto de massa) que está sendo rastreado no vídeo e determinamos a sua posição, quadro a quadro. A esse processo chamamos de trackear, ou seja, rastrear toda a trajetória do movimento do objeto móvel. Esse processo é minucioso; exige uma metodologia e requer precisão.

5. É preciso ter bastante atenção e paciência, para determinar o ponto (pixel) mais fidedigno, isto é, mais próximo do centro de massa para conferir a qualidade necessária nos resultados da análise e também rastrear o maior número de pontos, possível.

6. O *Tracker* possui outro recurso chamado *autotracker* que determina automaticamente a posição do ponto de massa (elemento móvel) e elimina a necessidade de intervenção manual nesse processo. Entretanto nem sempre é possível aplicar tal recurso, mesmo que se tenha obtido um bom filme do experimento realizado, porém no nosso caso, não o utilizamos.

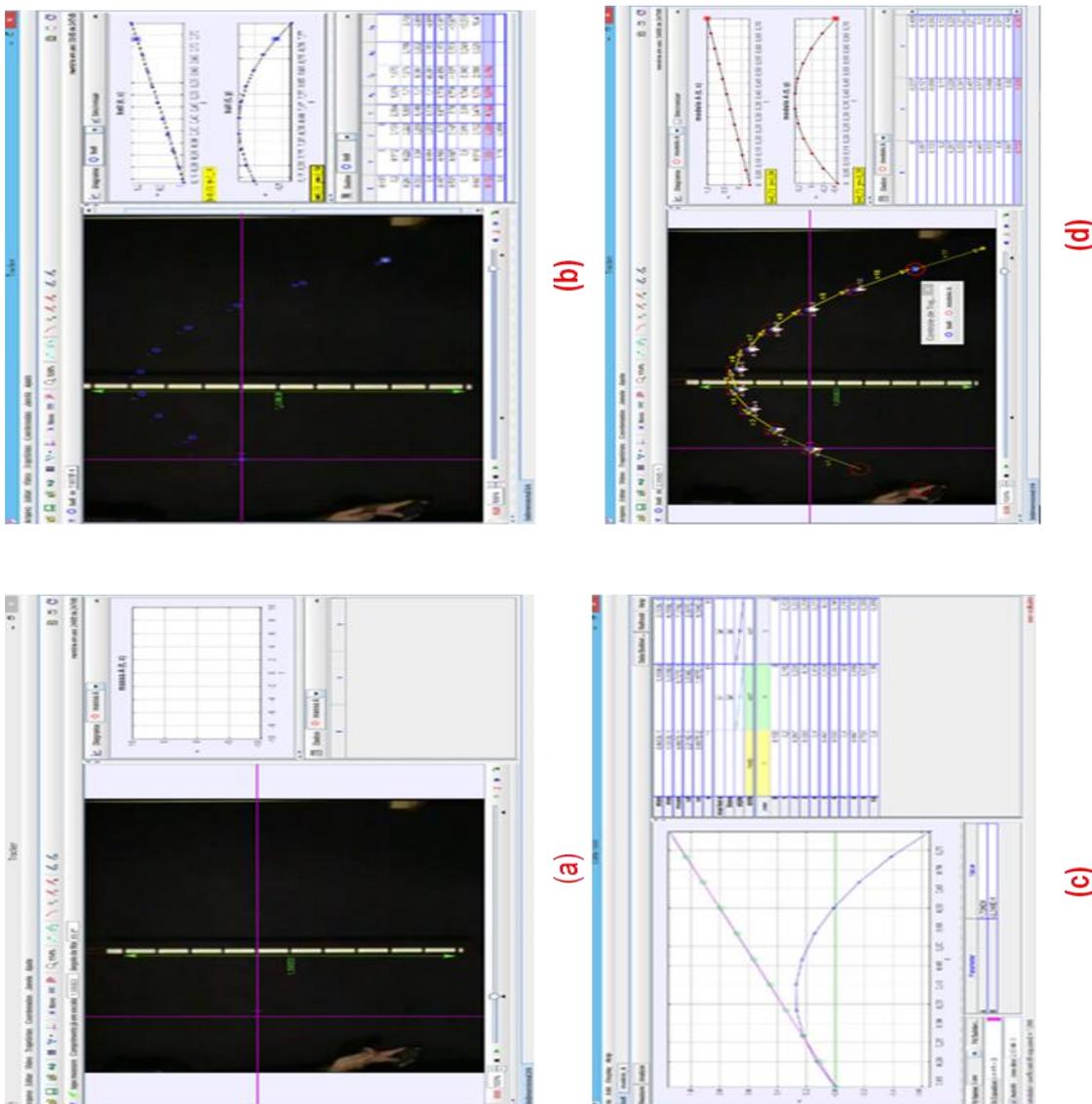
7. Simultaneamente à determinação da posição do elemento móvel, o software nos fornece uma série de dados inferidos do vídeo em forma de tabelas e gráficos, que passam a fazer parte da análise.

8. Outro recurso permite também escolher e salvar os dados e gráficos de interesse para o estudo. Por fim, podemos realizar estudos dos dados, de gráficos, criar modelos e expressar vetores velocidade e aceleração.

Terminada a análise do vídeo, podemos seguir para as próximas etapas, quais sejam, complemento e edição. Estas etapas fundamentam-se na videoanálise e dada à sua importância e sua repercussão, reservaremos uma seção para ampliar os conceitos sobre esse recurso (seção 2.2.4). A figura 4 nos mostra todas essas etapas ilustradas, desde a interface dos elementos da videoanálise até a criação do modelo teórico, a partir dos dados e a ilustração dos vetores das grandezas associadas ao experimento em análise.

Figura 4 - Interface dos elementos da videoanálise do movimento bidimensional de uma bolinha (esfera) de mouse no *Tracker*: da esquerda para direita e de cima para baixo: (a) Importação da fita de calibração, medida em unidades SI, (fita na cor branca), eixos do sistema de coordenadas e origem (linhas na cor roxa),

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 cor azul), tabela de dados e gráficos fornecidos; (c) análise dos gráficos obtidos e ajuste das curvas; (d) criação de modelo teórico (trajetória em cor vermelha) e ilustração dos vetores velocidade e aceleração (vetores de cor amarela e cor branca respectivamente).



Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptação de SILVA, M.S.P. (2016).

3.2.3.2 A Vídeobanálise na perspectiva educacional

Com a ampliação dos recursos computacionais, o desenvolvimento acelerado de novas tecnologias e levando em conta que os equipamentos de câmeras de vídeos, têm sido constantemente aperfeiçoados, a consequência

disso tudo é a obtenção de vídeos cada vez melhores, com boa definição e qualidade profissional.

Na perspectiva educacional, a utilização desses recursos ainda é emergente e está em ascensão. A popularização das câmeras com a criação e disponibilização de programas computacionais que editam e reproduzem vídeos, acabou por incentivar uma crescente produção de vídeos com diversos temas e finalidades, incluindo-se aí, temas científicos, experimentos e a criação de plataformas como *YouTube*, contribuíram para que a utilização desses vídeos seja atualmente, um dos recursos mais empregados no âmbito educacional”.

Esses fatores, aliados à disponibilização de *softwares* que permitem analisar e estudar fenômenos físicos a partir de vídeos, faz da videoanálise, uma ferramenta pedagógica poderosa no processo de ensino-aprendizagem de Física. A videoanálise atua como um catalisador na prática pedagógica, proporcionando uma aproximação entre a ciência e o estudante; incentiva o senso investigativo e crítico promovendo a conexão entre o conteúdo estudado e os fenômenos físicos, bem como a familiarização com a natureza das ciências.

Atualmente existe um bom número de *softwares* disponíveis para realizar videoanálises, mas a sua destinação à educação 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.vermier.com>), é um programa que realiza análises de tomada de vídeo, oferecendo diversos recursos para videoanálise como exame e observação de experimentos, criação de modelos, recursos de cálculo diferencial e integral e ferramentas estatísticas. O programa dispõe de uma biblioteca de vídeos exemplos e permite o estudo de parâmetros como temperatura, voltagem, força, comprimento de onda, pressão de um gás, nível sonoro, potência, campo magnético, entre outros. Disponível para plataforma *Windows* (versão 3.10.1) e *Mac* (versão 3.10.2), sua licença precisa ser adquirida, mas há uma versão gratuita limitada que pode ser obtida através do site do grupo (<http://www.vernier.com/downloads/>). Um programa tutor para utilização deste programa *LOGGER PRO 3* encontra-se disponível em (<http://www.vernier.com/support/manuals>

• *MOTION PRO*, desenvolvido pelo *CyberAccess 123* é um *software* com recursos de videoanálise voltado para exame e observação do movimento, que se destaca por oferecer análises e diagnósticos específicos do movimento e de técnicas em esportes. Encontra-se disponível para os sistemas operacionais *Windows* e *Mac*. Sua licença precisa ser adquirida, mas o *MOTION PRO* dispõe de uma versão limitada gratuita como o *LOGGER PRO 3*, a qual pode ser acessada e adquirida através do site do software (<http://www.motionprosoftware.com/storesale.htm>) e um programa tutor que se encontra 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 análises de vídeos para o estudo do movimento, embora seja direcionado para observar e diagnosticar performances de esportistas e ao estudo médico do desempenho de atletas (*medical motion*), podendo ser estendido para a análise de movimentos em geral, permitindo o exame de grandezas fundamentais da Mecânica. É suportado pelas plataformas *Windows* e *Mac* e pode ser adquirido através do site da *Sport Motion* e o download do produto pode ser conseguido no mesmo site (<http://www.sports-motion.com/download.htm>). Existe uma nova versão, a 10.1 para *Windows 7*.

Alguns programas para construção de slides dispõem de recursos de narração e gravação de tela e neste trabalho foi utilizado o *LIBREOFFICE IMPRESS* (<http://www.libreoffice.org/>) para a elaboração dos nossos slides e o *KAZAM SCREENCASTER* para a gravação da tela. O primeiro é um programa disponível para as plataformas *Windows*, *Unix*, *Solaris*, *Linux* e *Mac OSX*, que foi desenvolvido pela empresa *The Document Foundation* (<https://www.documentfoundation.org/>) com tradução para o idioma português realizada por Cláudio Ferreira Filho.

O *Kazam* é um *software* gratuito de código aberto, desenvolvido em *Python* (linguagem muito utilizada no *Linux*), o qual possui interface simples e sua principal habilidade é gravar telas em alta definição, com áudio direcionado para programas e criação de vídeo-tutoriais. Permite edições simples do vídeo gerado em sua própria interface. O *Kazam* suporta os formatos de saída para *screencasts*: *WebM* (formato de vídeo aberto criado pelo Google); *MP4* (que tem como principal destaque a grande compatibilidade com softwares e dispositivos);

AVI (que tem como principal característica a sua qualidade). O download referente a este programa pode ser obtido em <https://apps.ubuntu.com/cat/applications/precise/kazam/>.

3.2.4 Complementos e Edições

Embora a videoanálise seja indiscutivelmente a etapa mais importante de todo o processo da construção de vídeos com enfoque experimental, sua elaboração não está limitada apenas à videoanálise. Para construir vídeos como ferramenta didática para o ensino de Física, em qualquer nível, é preciso que o vídeo contenha um histórico a respeito do tema abordado, uma introdução teórica, a especificação do roteiro experimental e as discussões dos resultados.

A esses itens que integram o vídeo juntamente com o produto da análise, denominamos de complementos, os quais em conjunto com as edições, geram o vídeo final. Essa etapa consiste em construir vídeos abordando o roteiro experimental, a análise dos dados e alguns tópicos que fundamentam o experimento. A construção desses vídeos pode se dar de várias formas: animações, fotos, imagens, molduras e slides, que formarão os quadros (frames) de um vídeo. São os “frames” que constituem os quadros e as imagens do produto áudio visual.

Em nosso trabalho para elaborar os complementos, utilizamos alguns recursos computacionais como *softwares* para gravar a tela do computador, criadores de slides e editores de áudios, vídeos e imagens. Para demonstrar essas construções dividimos o vídeo em quatro partes e apresentamos os recursos úteis que estão disponíveis para a realização do processo:

1ª Parte – Introdução, histórico e fundamentação teórica:

Consiste em apresentar os aspectos essenciais do assunto que devem anteceder à introdução do experimento no vídeo. Para isso utilizamos animações, isto é, construções sucessivas de slides que compõem os quadros do vídeo e outras ferramentas que estejam acessíveis para aqueles que irão montar o vídeo.

No nosso caso, trabalhamos os recursos de animações em um construtor

de slides, isto é, um programa da *Microsoft*, utilizado para criação, edição e apresentações gráficas, de imagens e de textos, conhecido com o nome de *Power Point*. Esse recurso é encontrado em pacotes de aplicativos para os sistemas operacionais: *Windows*, *Mac* e *Linux* (gratuito). A figura 5 reúne alguns quadros do vídeo que ilustram o produto dessa etapa. No vídeo da “Análise Dinâmica do Plano Inclinado”, observando a figura 5, da esquerda para a direita e de cima para baixo, apresentamos um roteiro experimental para determinar o coeficiente de atrito dinâmico entre um bloco e a rampa.

Nos argumentos iniciais foram ilustrados através de slides, os principais tópicos do estudo desse assunto, contendo na figura 5(I) uma introdução com os objetivos a serem atingidos; uma perspectiva histórica acerca do atrito e do plano inclinado como máquina simples, nas figuras 5(II) e 5(III), incluindo alguns pensadores sobre o assunto; os diagramas fundamentais na figura 5(IV); tabelas de dados rastreados na figura 5(V) e algumas equações e grandezas relevantes para o estudo na figura 5(VI).

Figura 5: Quadros da introdução e fundamentação teórica do vídeo “Análise Dinâmica do Plano Inclinado”. Da esquerda para direita e de cima para baixo: (I) Introdução e apresentação dos objetivos traçados. (II) Histórico sobre as contribuições principais na evolução dos conceitos de atrito. (III) Histórico sobre as principais contribuições na evolução dos conceitos de plano inclinado. (IV) Diagramas das acelerações dos blocos; (V) tabelas de rastreamento e (VI) expressão do coeficiente de atrito dinâmico.

INTRODUÇÃO

OBJETIVOS

- ▶ Analisar o comportamento em um plano inclinado de dois corpos interagindo bem como descrever e mensurar o atrito pelo estudo da dinâmica do movimento sobre um plano.
- ▶ Apresentar a modelagem matemática - Lei de Newton e as equações do movimento no sistema que inclui o plano e conceitos básicos sobre atrito.
- ▶ Proceder com a observação experimental, através de vídeo - análise de filmagens do experimento realizado no plano inclinado, construído para esta finalidade.

Leonardo da Vinci (1452-1519)



Os primeiros estudos sobre o atrito datam de mais de 300 anos com os trabalhos de da Vinci.

De fis o primeiro a reconhecer a importância do atrito no funcionamento de máquinas. Elabora as "leis do atrito".

Galileu Galilei (1564-1642)



No estudo observatório por Galileu, o plano inclinado assume papel relevante. No livro "Diálogo e Resposta de duas Novas Ciências", o italiano apresenta o problema do plano inclinado, onde é proposto e discutido

DETERMINAÇÃO DO DESACELERAMENTO COMO O TEMPO

Com o uso dos resultados tabulados da posição em função do tempo, podemos construir os gráficos de posição em função do tempo para os blocos A e B, e com estes, incluir sobre seus comportamentos

Note-se o comportamento parabólico dos diagramas obtidos, ascendente para o bloco A e descendente para o bloco B

DETERMINAÇÃO DO DESACELERAMENTO COMO O TEMPO

Tempo em segundos
Posição em cm.

seg	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Posição	0,000	24,86	49,72	74,58	99,44	124,30	149,16	174,02	198,88	223,74	248,60	273,46	298,32	323,18	348,04	372,90	397,76	422,62	447,48	472,34	497,20

Com o uso das equações de movimento para corpos em queda livre, podemos determinar a aceleração da gravidade g a partir dos dados experimentais.

Com o cálculo teórico e o cálculo de esta aceleração da queda com o bloco A, por ser da Lei da Mecânica Clássica, temos:

$$h = \frac{m_A + m_B}{m_A} \frac{g}{2} t^2 = \frac{m_A + m_B}{m_A} \frac{g}{2} t^2$$

Tabulando esses dados experimentais:

Os, em seus desdobramentos, temos distâncias que $g = g_0$, para o bloco A e o resultado acima, no nosso experimento, obtemos $g = g_0$

Tabulando estes dados experimentais:

Para o bloco B, a

$g = 16,88 \text{ m/s}^2$

$g = 13,65 \text{ m/s}^2$

$g = 16,71$

Fonte: O Autor (2017).

Após a criação da introdução e fundamentação teórica, a tela da apresentação de slides pode ser narrada e gravada, gerando parte do vídeo que irá se juntar às demais etapas que vão compor o produto final.

2ª Parte - Experimento:

Esta etapa fundamenta-se na realização efetiva do experimento e na apresentação de características próprias como o material utilizado, montagem e imagens do experimento, fatores importantes para a atividade experimental. A figura 6 reúne quadros dessa etapa no vídeo sobre “Análise Dinâmica do Plano Inclinado”.

A seleção de quadros traz as informações sobre a realização do experimento. Em que consiste o experimento como na figura 6 (I) e (II); qual o material utilizado na figura 6 (III); quais as informações indispensáveis sobre o material na figura 6 (IV); a montagem do experimento na fig. 6 (V) e o que fazer com o material produzido na fig. 6 (VI).

Figura 6 - Quadro das informações básicas do roteiro experimental contido no vídeo "Análise Dinâmica do Plano Inclinado": Da esquerda para direita e de cima para baixo: (I) Introdução ao roteiro experimental; (II) finalidade do roteiro experimental; (III) listagem do material utilizado no experimento; (IV) características do material utilizado (câmera); (V) montagem do experimento; (VI) destinação do produto do experimento, ou seja, o TRACKER.

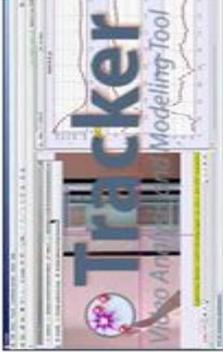
MONTAGEM DO APARATO EXPERIMENTAL NO PLANO INCLINADO

2. Montagem e cordas de massas desprezíveis

3. Dois blocos de madeira de massas distintas $m_A = 99,16\text{g}$; $m_B = 42,77\text{g}$




Após a gravação do vídeo, vamos utilizar um software TRACKER para analisar nosso vídeo e determinar o coeficiente de atrito



DEFINIÇÃO EXPERIMENTAL DO COEFICIENTE DE ATRITO DINÂMICO EM UMA BANDEIA



Definição dos Eixos X e Y

O Experimento (30 fps)



Por uso da ferramenta TRACKER DO TRACKER, é possível de uma forma muito precisa fazer a medição de ângulos planos em fotos tiradas das filmagens do experimento.

O Tracker também dispõe de uma ferramenta de calibração, o "vetor de medida" no qual convertemos uma distância física em filmagem de acordo com pixels da filmagem com as proporcionalidades e refinamos toda a filmagem para distâncias físicas.



Moto Z play
em capa preta

4. Câmera filmadora FULL HD 1080p 30 fps (frames por segundo).

5. Tripé estabilizador de filmagem e acessórios.

6. Software Tracker (V. 9.4 de 17 Agosto 2016) para realizar.

6.1. Medidas de deslocamento versus tempo (tratamento dos blocos A e B).

6.2. Medida do ângulo de inclinação da rampa.

6.3. Ajuste de curvas lineares para medição da aceleração dos blocos.

Fonte: O Autor (2017).

Essa seleção confere a qualquer indivíduo interessado, a autonomia para realizar o experimento, em sua área de preferência. É preciso estar ciente sobre todas as etapas do experimento, ter noção da importância de um bom planejamento das atividades a serem desenvolvidas e a ter a precaução de tomar todos os cuidados para garantir o sucesso do procedimento. Os recursos para a criação do corte do vídeo são os mesmos para todas as etapas, cabendo aos criadores selecionar aqueles que são os melhores para desenvolvê-los. Novamente nessa etapa são utilizadas animações nos slides que são gravados e narrados.

3ª Parte - Análise e discussões dos resultados:

Compreende a videoanálise do experimento passo a passo e análise dos dados por ela obtidos, exames de gráficos, representação de vetores e discussões dos resultados. Nesta etapa deve-se salientar a conexão entre os dados obtidos e a teoria relacionada, assinalando os possíveis desvios e as suas causas.

A produção dos cortes de vídeo se dá através da gravação e narração da tela de análise dos vídeos e de slides com os resultados e aspectos importantes da discussão dos mesmos. A figura 7 exhibe alguns quadros das análises do experimento e discussões dos resultados.

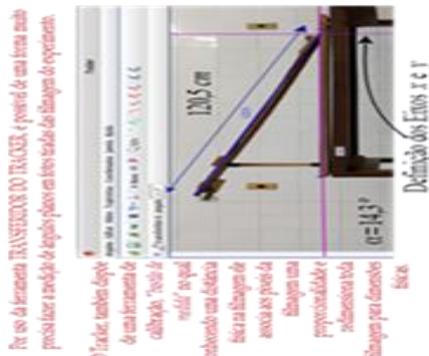
Nas figuras 7 (I) e 7 (II) mostramos a determinação das medidas de referências e coordenadas; na figura 7(III) temos a trajetória dos elementos móveis, rastreada pelo aplicativo; na figura 7(IV) construímos a partir dos dados fornecidos pelo *Tracker* na vídeo análise, as tabelas de dados da posição de cada elemento móvel ao longo do tempo; na figura 7 (V) construímos os gráficos da posição de cada elemento móvel em função do tempo e na figura 7 (VI), apresentamos o ajuste de curvas não lineares obtida e a análise dos parâmetros com a equação da curva fornecida pelo *Tracker* que melhor se encaixa aos dados disponíveis e os valores experimentais encontrados para as acelerações dos blocos. Há uma separação bem definida entre a videoanálise e a discussão dos resultados, mas a narração fornece a conexão natural entre esses processos.

Figura 7 - Quadros da análise e discussões dos resultados contidos no vídeo “Análise dinâmica do Plano Inclinado”. Da esquerda para a direita e de cima para baixo: (I) e (II) Determinação das medidas de referências e coordenadas; (III) trajetória dos elementos móveis, (IV) tabela de dados da posição dos elementos móveis ao longo do tempo; (V) gráficos da posição de cada elemento móvel em função do tempo; (VI) ajuste de curvas não lineares obtido e análise dos parâmetros da curva; equação da curva fornecida pelo *Tracker* com os valores experimentais encontrados para as acelerações dos blocos.

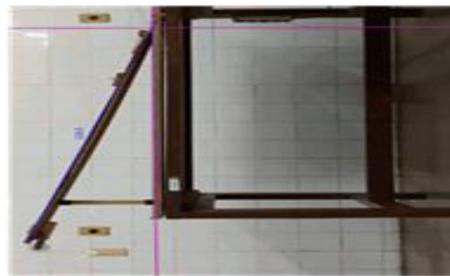
DETALHES DA RAMPA COM SEUS PRINCIPAIS COMPONENTES E RECONHECIMENTO DOS ELEMENTOS DA TEORIA E EXPERIMENTO



DETERMINAÇÃO DO ANGULO DE INCLINAÇÃO DA RAMPA E DAS DIMENSÕES DO DEPRIMENTO



DETERMINAÇÃO DO DESLOCAMENTO COM O TEMPO.



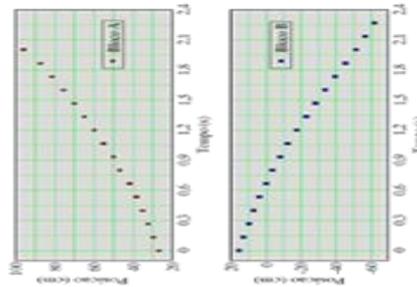
Com o uso do *Tracker*, sob a definição de massa escolhida de um sistema de eixos coordenados, rastreamos frame a frame os blocos A e B na filmagem e construímos tabelas de posição das massas em função do tempo.

DETERMINAÇÃO DO DESLOCAMENTO COM O TEMPO

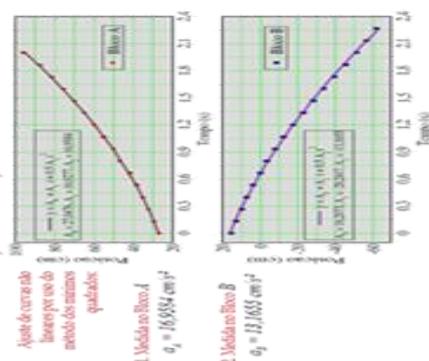
Tabela de Dados dos blocos A e B (step, tempo, posição)

Bloco A			Bloco B		
t (seg)	x (cm)	y (cm)	t (seg)	x (cm)	y (cm)
0	0,000	34,00	0	0,000	15,00
1	0,128	29,50	1	0,131	13,00
2	0,267	24,00	2	0,265	11,00
3	0,405	19,50	3	0,400	9,00
4	0,534	15,00	4	0,534	7,00
5	0,665	10,50	5	0,665	5,00
6	0,800	6,00	6	0,804	3,00
7	0,934	1,50	7	0,941	1,00
8	1,065	0,00	8	1,081	0,00
9	1,200	0,00	9	1,204	0,00
10	1,334	0,00	10	1,304	0,00
11	1,465	0,00	11	1,405	0,00
12	1,600	0,00	12	1,500	0,00
13	1,734	0,00	13	1,594	0,00
14	1,865	0,00	14	1,684	0,00
15	1,994	0,00	15	1,774	0,00
16	2,128	0,00	16	1,864	0,00
17	2,264	0,00	17	1,954	0,00

DETERMINAÇÃO DO DESLOCAMENTO COM O TEMPO



DETERMINAÇÃO DA ACELERAÇÃO ESCALAR DO SISTEMA

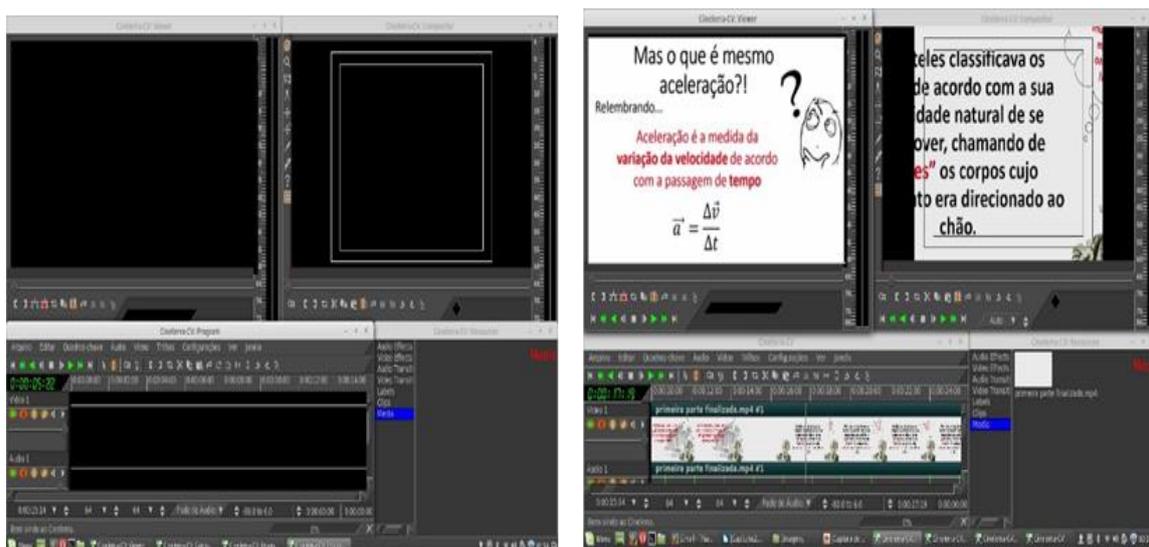


4ª Parte - Encerramentos

Após a concretização dos cortes do vídeo, o próximo passo é realizado em um editor de vídeo e um editor de áudio. Consiste em unir os cortes, incluir legendas, narrações, efeitos sonoros, trilhas sonoras, eliminar ruídos e observar outros elementos que possam compor o vídeo. Utilizamos em nosso trabalho o editor de vídeos *CINELERRA*, para a gravação da primeira videoaula, que elegemos como aula “piloto”, a qual tratou da Análise Dinâmica do Plano Inclinado. Nas demais videoaulas, utilizamos o *KDENLIVE* que é outro editor de vídeo mais simples e um pouco mais agradável de operar que o *CINELLERA* e como editor de áudio, o *AUDACITY*.

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 *Linux*, que possibilita a utilização de recursos modernos. Acessível também em português, o *CINELERRA* possui numerosas ferramentas para edição de mídias como: corte e junção de vídeos, máscaras, inserção de efeitos sonoros e animações, *chroma key*, legendas e muitas outras ferramentas. Está disponível em www.cinelerra.org. A figura 8 exibe a interface do programa.

Figura 8 - Interface do CINELERRA: a) botões principais; b) edição de vídeo

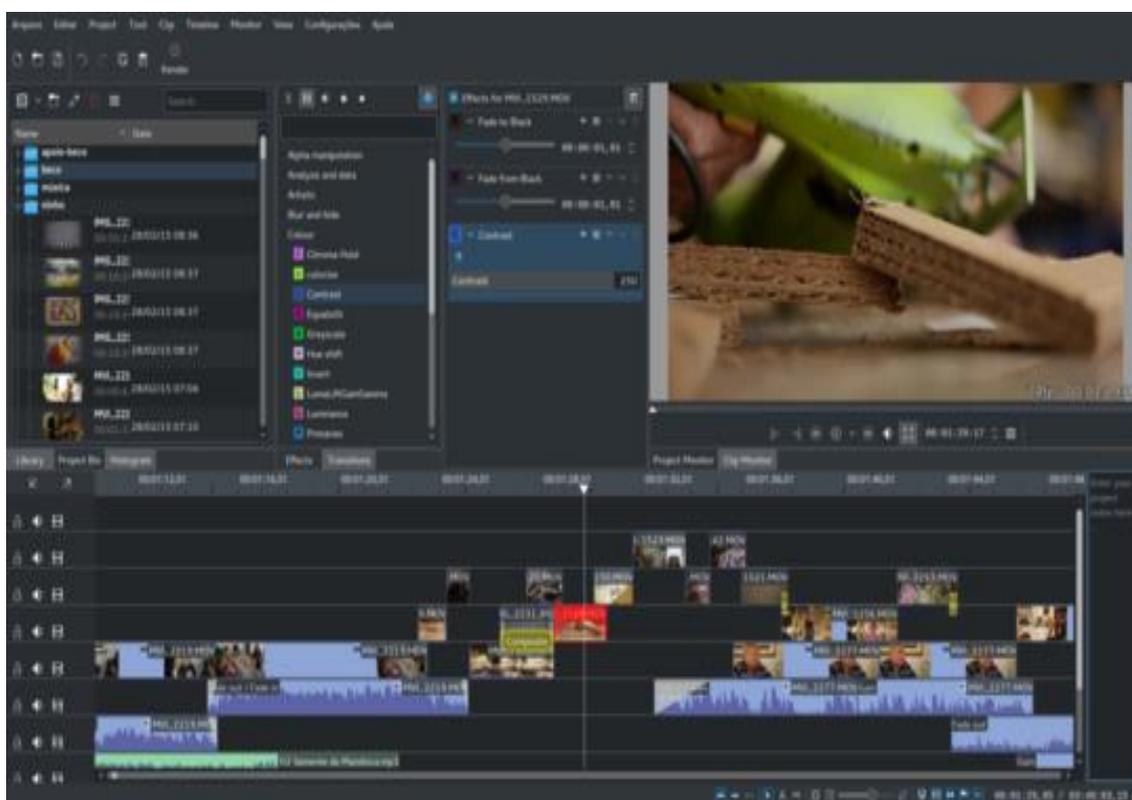


Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptação de SILVA, M.S.P. (2016).

O *KDENLIVE* é um editor de vídeo não linear, dotado de muitos recursos; *KDENlive* (<https://kdenlive.org/>) é um aplicativo do ambiente gráfico KDE. Este *software* providencia gerenciamento de projetos e ferramentas de edição enquanto utiliza um “renderizador” separado (atualmente o *PIAVE*) para executar operações de edição. Ele suporta um número ilimitado de trilhas de vídeo e áudio. Apresenta ferramentas para criar, mover, cortar e deletar trechos de vídeo, áudio, texto e imagem e possui teclas de atalho e layout de interface configuráveis, além de permitir um número enorme de efeitos e transições. A figura 9 exibe a interface do programa.

Figura 9 - Interface do *KDENLIVE* Vídeo Editor



Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptação <https://www.kde.org/applications/multimedia/kdenlive/> (1998).

O *AUDACITY* é um programa para edição de áudios que dispõe de ferramentas avançadas que permitem realizar diversas tarefas. O *Audacity* é um editor de áudio que pode gravar, reproduzir e importar / exportar sons nos formatos WAV, AIFF, MP3 e OGG. Com ele, é possível editar músicas, podendo aplicar cortes, copiar e colar recursos (com funcionalidades de desfazer/refazer

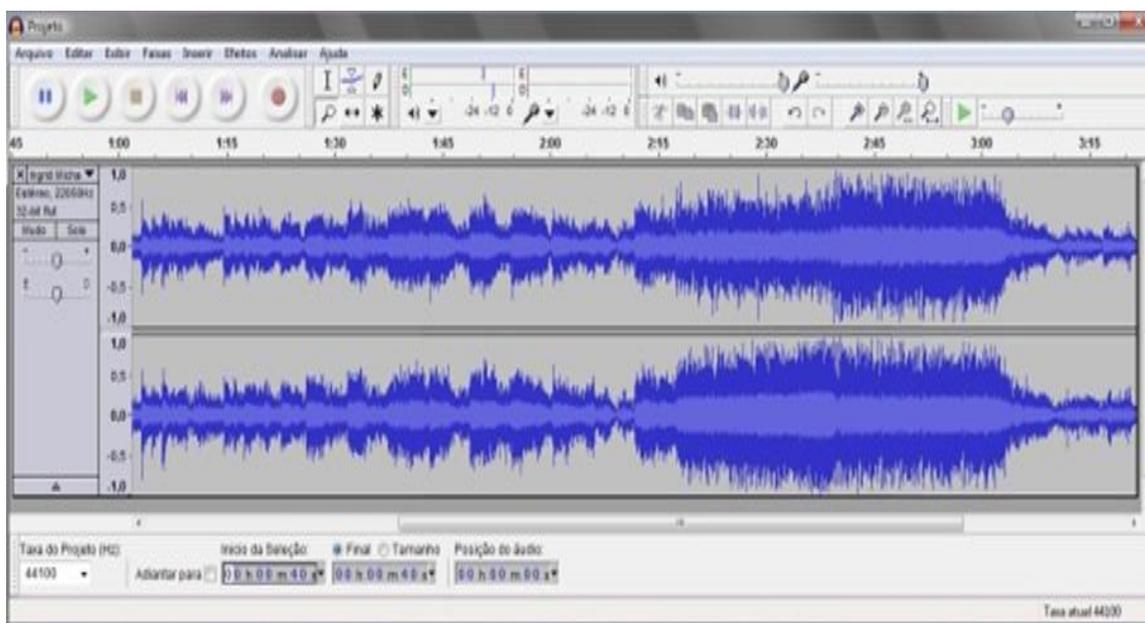
ilimitadas), mixar faixas e aplicar efeitos “audaciosos” na gravação. O programa também conta com editor de envelope de amplitude, espectrograma e uma janela para análise de frequências e áudio em geral. Está disponível em www.audacityteam.org.

O *Audacity* de versão mais recente (2.0) tem uma série de novos recursos, com muitos efeitos que foram aprimorados, como o equalizador, a remoção de ruído e a normalização de volume. A remoção de vocal, agora inclui o *GVerb*, que é um *plug in* de reverberação. Outro complemento é o *VAMP*. O trabalho com faixas de áudio é fácil, uma vez que o editor permite que se selecione e manipule faixas pelo teclado. A figura 10 exhibe a interface do programa:

Há muito mais atalhos nesta versão, de acordo com os desenvolvedores do editor de áudio. Para obter informações mais detalhadas a respeito, consultar em <http://www.baixaki.com.br/download/audacity.htm#ixzz4mrvoa8bk>.

Outros softwares para construção e edição de vídeos podem ser utilizados, havendo um grande número de programas disponíveis para diversos sistemas operacionais. Alguns editores de vídeo de fácil utilização e acesso gratuito que podem ser utilizados são o *AVIDEMUX* e o *PIVITI*.

Figura 10 - Interface do AUDACITY Audio Editor

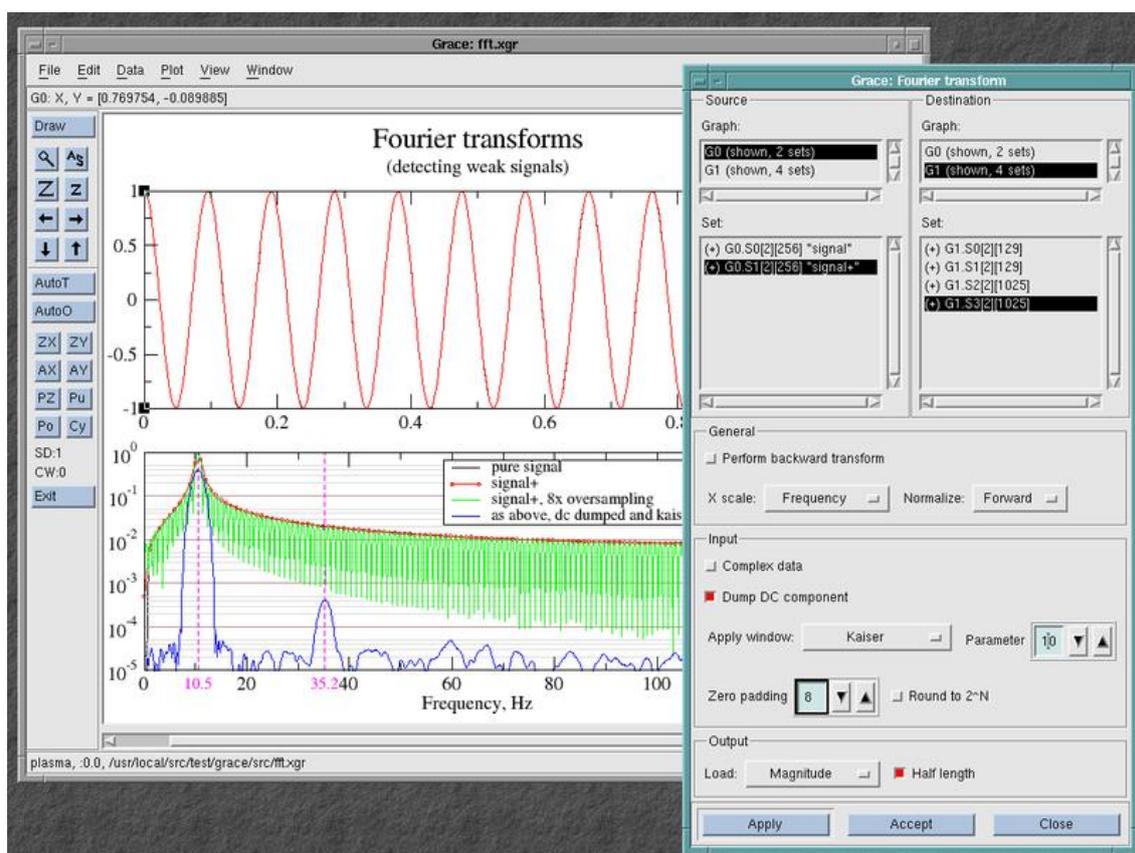


Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptação: <https://www.tecmundo.com.br/audacity/623-como-usar-o-audacity.htm> (2012)

O *GRACE* (**GR**aphing **ADV**anced **COM**putation and **EXP**loration of data) é uma ferramenta de gráficos *WYSIWIG 2D*, gratuito, que funciona como um poderoso editor de imagens para sistemas operacionais semelhantes a *Unix*. Em português, o nome do pacote é Grafia, Computação Avançada e Exploração de dados. O *Grace* utiliza o *X Windows System* e o *Motif* para sua GUI (Interface gráfica do usuário). A figura 11, exibe a interface do programa, o qual está disponível em www.gimp.org.

Figura 11 - Interface do GRACE: Mostra o diálogo da Transformação de Fourier



Fonte: O Autor (2017).

Nota: Adaptação: [https://en.wikipedia.org/wiki/Grace_\(plotting_tool\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Grace_(plotting_tool)) (1998)

3.2.5 Finalização

Consiste em gerar no vídeo os agradecimentos, referências e ficha técnica. Esta etapa fornece fontes para pesquisas futuras de estudantes e professores e reconhece o empenho daqueles que estavam envolvidos nessa

tarefa. Na atividade humana é comum que ocorram erros e não poderia ser diferente nesse trabalho. A finalização compreende a revisão do vídeo em sua versão definitiva para identificar, corrigir e alterar alguns elementos que possam levar a conflitos, distorções e equívocos ou ainda vir a comprometer o objetivo e qualidade do vídeo.

Os vídeos são ferramentas com diversas vantagens na perspectiva educacional. Entretanto sua eficiência depende do uso coerente e reflexivo. Para isso devemos realizar avaliações durante toda a construção dos vídeos e ter os devidos cuidados para observar a possível existência de erros. Alguns erros podem passar despercebidos à equipe de produção por estarem bastante familiarizados com o processo de construção do vídeo e as ideias estarem bem estabelecidas, mas uma revisão realizada por alguém menos envolvido no projeto pode ser muito útil para identificação desses equívocos.

Portanto a finalização é um procedimento indispensável no processo de construção de vídeos. Ela termina por garantir que o vídeo contenha realmente a proposta que foi inicialmente estabelecida.

4 APLICAÇÃO DA VIDEOAULA DIANTE DA AULA TRADICIONAL EM SALA DE AULA

4.1 Introdução

O roteiro de uma aula de Física Experimental que se baseia no modelo de abordagem tradicional, tal como foi adotado nas escolas e universidades brasileiras durante as últimas décadas, precisa ser atualizado. Há uma grande lacuna a ser preenchida com a Física experimental e a nosso ver, as conhecidas aulas “tradicionalistas” fazem parte de um contexto onde é perfeitamente possível associar a ela, a realização de experimentos. O que é preciso agora é aproximar e associar a aula teórica e o experimento, no corpo de uma única aula, para um melhor ensino de Física.

Assim, em um primeiro momento, procuramos replicar essa abordagem tradicional nos experimentos escolhidos com o apoio dos recursos didáticos disponíveis no laboratório físico para a sala de aula. Tabelas foram montadas, gráficos foram ajustados, erros relativos percentuais e incertezas foram calculadas e análises de dados foram procedidas. O aluno é conduzido ao aprendizado de uma modelagem teórica de um fenômeno físico e um conjunto de ferramentas estatísticas e gráficas.

Num segundo momento, aplicamos aos arranjos experimentais, a análise dos mesmos conteúdos e procedimentos utilizando agora a videoaula produzida para cada tema escolhido para ao final, introduzir uma nova análise do roteiro experimental, em que o processo procura apresentar ao estudante todo o percurso do roteiro, desde o planejamento até a compreensão integral da metodologia usada no experimento.

No terceiro momento, procuramos colher os dados das atividades realizadas através dos dois processos e comparamos os resultados de desempenho dos estudantes pelos dois métodos empregados. Para tudo isso ser realizado, seguimos algumas etapas que dividimos em blocos de aulas semanais, os quais compõem a metodologia utilizada para tal.

4.2 Metodologia Empregada

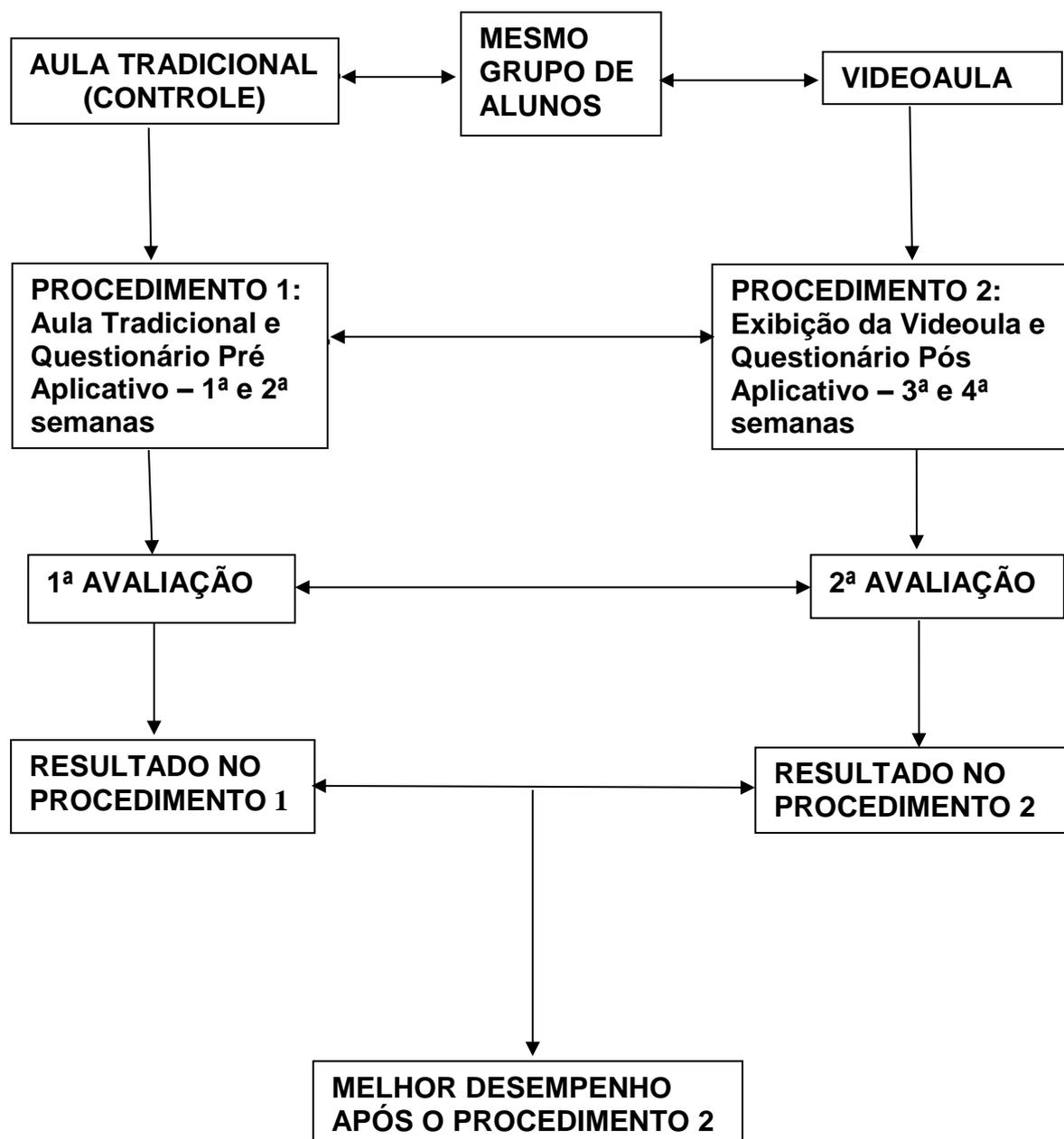
4.2.1 Objetivo das Atividades (Questionário e Experimento)

A seguir descrevemos a sequência de atividades desenvolvidas a partir da metodologia empregada:

- a) Na primeira semana foi aplicada uma 1ª. Avaliação na unidade de estudos referente aos conteúdos, em cada uma das turmas selecionadas, de nível médio e de nível superior, a partir apenas da abordagem tradicional, com recursos do laboratório físico, quadro, pincel, exposição da teoria e lista de exercícios.
- b) Em seguida, na semana seguinte àquela avaliação, foi aplicada aos mesmos grupos de estudantes, das turmas selecionadas, a 1ª parte de um questionário a respeito do tema do experimento em análise, para ser respondido sem a apresentação da videoaula (produto educacional)
- c) Apresentamos na terceira semana, o experimento através da videoaula correspondente ao tema, que já tinha sido abordado pela via tradicional, em cada turma, para avaliarmos a repercussão do desempenho dos mesmos grupos de estudantes com esta metodologia.
- d) Finalmente na quarta semana, para cada grupo, executamos a aplicação da 2ª parte do questionário, após a apresentação da videoaula, para observar se houve alteração significativa na aprendizagem e nos paradigmas do ponto de vista do aluno sobre o tema. A ideia foi a de verificar a eficiência do emprego da videoaula em relação ao que foi ensinado e trabalhado em cada experimento associado. Para isso, foi aplicada uma 2ª avaliação, na mesma unidade de estudos.
- e) A duração da atividade completa, incluindo a abordagem tradicional; a realização do experimento pela videoaula; os questionários e as avaliações, foi em cada turma, de 8 a 10 aulas, em quatro semanas.
- f) Os questionários pré-aplicativo e pós-aplicativo estão apresentados após o relatório dos resultados, no item 3.5, onde são mostrados detalhadamente, os dados colhidos dos alunos de cada turma, a respeito do seu conhecimento prévio sobre o tema e a atividade bem como os resultados obtidos após a aplicação da videoaula.

g) O levantamento final apresenta os avanços no percentual de rendimento escolar dos alunos, quanto à aplicação desse novo procedimento entre as duas avaliações efetuadas. O quadro 03, a seguir, mostra um roteiro desenvolvido para ilustrar as etapas realizadas:

Quadro 03 - Roteiro das etapas do procedimento nas atividades desenvolvidas Questionários e Experimento.



Fonte: O Autor (2017).

4.2.2 Procedimentos das atividades desenvolvidas

Após cumprir as etapas de aplicação citadas acima e colher os dados dos questionários respondidos pelos alunos, foi elaborada uma série de RELATÓRIOS que estão no item 3.4 deste capítulo, com a transcrição dos resultados da aplicação do produto educacional. Neles foram transcritos os dados obtidos nas atividades desenvolvidas e resultados das avaliações de cada grupo de alunos, indicando o número total de participantes de cada experimento. No item 3.5, descrevemos os questionários aplicados.

4.3 Resultados da Aplicação do Produto Educacional

A seguir, reproduzimos nos quadros 04, 05 e 06, os diários de classe do boletim eletrônico oficial, (chamado de Q-Acadêmico), obtido na CTUR/CRAD – Coordenação de Turnos e Registro Acadêmico Discente, do IFPE, campus Caruaru, com os resultados obtidos após aplicação do produto educacional.

Quadro 04 - Reprodução do Diário de Classe e Boletim eletrônico com os resultados obtidos para o 2º período de Mecatrônica.

1ª TURMA: 2º PERÍODO MECATRÔNICA – MANHÃ - 43 alunos matriculados	
a) Turma: 2017.1. A6CR.2T - Física II (54 H) – 04 h/a semanais	
b) Período Letivo: 2017.1	
c) Componente curricular: Física II	
d) Etapa: 1ª unidade	
e) Situação na etapa:	
1ª Avaliação: Aprovados na média - 13 alunos	Em recuperação - 30 alunos
2ª. Avaliação: Aprovados na média - 21alunos	Em recuperação - 22 alunos
Evolução: (+61,5%)	

Fonte: O Autor (2017).

Quadro 05 - Reprodução do Diário de Classe e Boletim eletrônico com os resultados obtidos para o 6º período de Mecatrônica

2ª TURMA: 6º PERÍODO MECATRÔNICA – TARDE- 26 alunos matriculados	
a) Turma: 2017.1. F6CR.6T - Física VI (54 H) – 04 h/a semanais	
b) Período Letivo: 2017.1	
c) Componente curricular: Física VI	
d) Etapa: 2ª unidade	
e) Situação na etapa:	
1ª Avaliação: Aprovados na média – 10 alunos	Em recuperação -16 alunos
2ª. Avaliação: Aprovados na média -17 alunos	Em recuperação - 09 alunos
Evolução: (+70,0 %)	

Fonte: O Autor (2017).

Quadro 06 - Reprodução do Diário de Classe e Boletim eletrônico com os resultados para o 2º período de Engenharia Mecânica.

3ª TURMA: 2º PERÍODO ENG MECÂNICA - DIURNO -19 alunos matriculados	
a) Turma: 2017.1. CMCT-CR.154- Física Geral e Experimental 1 (81 H) – 06 h/a semanais	
b) Período Letivo: 2017.1	
c) Componente curricular: Física1	
d Etapa: 2ª unidade	
e) Situação na etapa:	
1ª Avaliação: Aprovados na média - 06 alunos	Em recuperação - 13 alunos
2ª. Avaliação: Aprovados na média -10 alunos	Em recuperação - 09 alunos
Evolução: (+66,6 %)	

Fonte: O Autor (2017).

O quadro 07 apresenta um levantamento estatístico da situação da disciplina Física no campus Caruaru e o resultado dos procedimentos realizados antes e depois da aplicação das videoaulas do Produto Educacional.

Quadro 07 – Levantamento estatístico da situação da disciplina Física no Campus Caruaru antes e depois da aplicação das vídeo-aulas do produto educacional.



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
PERNAMBUCO - CAMPUS CARUARU**

Resultado do Componente Física ao final das atividades em 2017.1

Período	Curso/ Turno	Alunos Matriculados	Alunos Aprovados ANTES da aplicação do Prod. Educ.	Alunos Aprovados DEPOIS da aplicação do Prod. Educ.	Evolução
2º	Mecatrônica (Manhã)	43	13	21	61,5 %
6º	Mecatrônica (Tarde)	26	10	17	70,0 %
2º	Eng. Mecânica (Diurno)	19	06	10	66,6 %

Fonte: O Autor (2017).

4.4 Observações realizadas

A partir dos resultados obtidos nas atividades desenvolvidas, foi possível observar nitidamente que:

I) Na turma do 2º período de Mecatrônica do Curso Integrado - Aplicação da videoaula sobre “ANÁLISE DINÂMICA DO PLANO INCLINADO”

A nossa expectativa em relação ao aprendizado do assunto e que já mostrava certa ansiedade por parte dos próprios estudantes, se confirmou com o bom rendimento na sua assimilação, pelos resultados mostrados nos questionários pós-aplicativos e na 2ª avaliação, ao término da unidade de estudos. Isto significa dizer que após a aplicação do produto educacional o desempenho dos estudantes foi notadamente melhor em relação à aprendizagem, onde ficou constatada uma evolução. Este fato foi quantificado

pela MÉDIA GERAL de notas da turma, onde houve um aumento relativo de desempenho acadêmico dos alunos, da ordem de **61,5%**, quando comparados ao conhecimento do tema que eles apresentavam antes da aplicação da atividade com a videoaula.

II) Na turma do 6º período de Mecatrônica do Curso Integrado - Aplicação da videoaula sobre “FUNDAMENTOS DE MECÂNICA DOS FLUIDOS – ANÁLISE DA VISCOSIDADE DE FLUIDOS”.

Dos resultados obtidos com as atividades desenvolvidas, foi possível observar uma melhora acentuada no desempenho acadêmico, refletido nas atividades da turma, diante da experiência vivenciada com a aplicação do projeto. Verificamos também nessa turma um bom rendimento na assimilação do assunto, a partir dos resultados mostrados nos questionários pós-aplicativos e na 2ª avaliação, uma vez que eles já possuíam uma cultura própria do curso de Mecatrônica do campus: de exercitar e valorizar a curiosidade pela atividade prática, lúdica e inserida no contexto do mundo virtual.

Tradicionalmente os alunos deste curso apresentam ao longo dos períodos, um desempenho intelectual médio mais eficiente do que turmas dos outros cursos do nível médio integrado. Após a aplicação do produto educacional e do recolhimento dos resultados do desempenho dos estudantes, durante a unidade de estudos, ficou constatada uma evolução significativa na aprendizagem. Observamos uma evolução das notas da MÉDIA GERAL da ordem de **70%**, isto é, houve aumento de desempenho acadêmico, quando comparado ao conhecimento do tema, que os alunos apresentavam antes da aplicação da atividade com a videoaula.

A evolução da aprendizagem do tema na turma do 6º período de Mecatrônica sinaliza que diante da nova proposta à vivência dos conteúdos, o aumento do percentual de alunos aprovados com a 2ª avaliação na mesma unidade de estudos, mostra para os próprios estudantes o valor do produto educacional aplicado e sua influência benéfica no aspecto motivacional de aprendizagem, o que levou a esse avanço no desempenho.

III) Na turma do 2º período de Engenharia Mecânica Industrial, do Curso Superior, disciplina de Física Geral e Experimental -1, aplicamos a videoaula sobre “FUNDAMENTOS DE OSCILAÇÕES MECÂNICAS”.

Ocorreu um desempenho até certo ponto animador. A expectativa em

relação ao aprendizado do assunto, não era tão boa devido a uma certa resistência de parte dos próprios estudantes desta turma, em participar deste tipo de atividade. Mas no final, após os resultados terem sido coletados e analisados, ficou evidenciado o bom rendimento no seu desempenho acadêmico, a partir do que foi mostrado nos questionários pós-aplicativos e na 2ª avaliação. Isto significa dizer que após a aplicação do produto educacional, os resultados de desempenho dos estudantes, constataram uma evolução na aprendizagem. Observamos um progresso das notas da MÉDIA GERAL da ordem de **66,6%**, isto é, houve um aumento relativo de desempenho acadêmico dos alunos, quando comparados ao conhecimento do tema que apresentavam antes da aplicação da atividade com a videoaula.

4.5 Questionários Pré- Aplicativo e Pós- Aplicativo

Neste tópico apresentamos como foi tratado o processo de investigação e sondagem didática dos alunos, a respeito dos conhecimentos anteriores e em seguida, posteriores, relativos ao tema explorado na videoaula correspondente. Na apresentação dos questionários, optamos por reproduzi-los apenas com os resultados obtidos para não ser repetitivo, já que o questionário pré-aplicativo contém as perguntas com tabelas não preenchidas, enquanto que o pós-aplicativo contém as mesmas perguntas, já contendo os dados dos resultados das pesquisas.

1.PÓS-APLICATIVO

PROJETO - Análise Dinâmica do Plano Inclinado

SUB-TEMA – Influência do atrito no movimento dos corpos

ATIVIDADE – Determinação do Coeficiente de Atrito

RESULTADOS DAS ATIVIDADES – Dados Obtidos e Coletados

Os números apresentados se referem ao quantitativo de alunos que se enquadraram em cada resposta de cada item. Foram 43 ALUNOS que participaram das atividades de pesquisa e do experimento, na turma do 2º período de Mecatrônica. Investigamos o nível de conhecimento prévio dos

alunos sobre o tema e a seguir, fizemos a abordagem teórica via aula tradicional, em relação aos conceitos e termos comuns empregados.

Posteriormente foi feita, com a videoaula, a aplicação das atividades e a nova abordagem do mesmo assunto e com os mesmos grupos de alunos. A partir dessa premissa, pesquisamos e registramos os resultados com os quais passamos a ter a noção do novo paradigma e da nova visão dos alunos sobre o tema estudado, após a aplicação das atividades do produto educacional, com a solicitação final aos estudantes, da elaboração de um texto de cunho próprio, sintetizando a experiência vivenciada.

O levantamento estatístico da situação da turma, comparando os questionários pré-aplicativo e pós-aplicativo, estão descritos nas tabelas de dados colhidos a seguir, com o resultado absoluto dos alunos. A elaboração do texto com a síntese do que cada um dos alunos vivenciou, apresentou algumas deficiências na forma com que eles se expressaram, ou seja, dificuldades pontuais na comunicação e expressão, linguagem e conexão de ideias, que em alguns casos, se apresentaram incompletas ou inconclusas. Ainda assim, **62,8%** das respostas foram satisfatórias.

I) ANTES DE ESTUDAR O ASSUNTO:

- Antes do contato formal com o tema, os alunos são questionados sobre os principais temas do assunto, ou seja, o que eles pensam sobre a aprendizagem de cada tema:

TEMAS PRINCIPAIS	JÁ DOMINO O TEMA	VAI SER FACIL	VAISER DIFICIL
Atrito de deslizamento	04	29	10
Atrito de rolamento	02	19	22
Atrito estático	10	24	09
Atrito dinâmico	09	19	15
Coefficiente de Atrito	05	14	24
Iminência de Movimento.	06	23	14

II) Marque um "X" nos termos e conceitos cujas características você julga que devem estar relacionados diretamente com o equipamento proposto para o experimento:

- () Rampa
 () Inclinação da rampa

- () Ângulo crítico
 () Iminência de Movimento
 () Coeficiente de atrito
 () Natureza das superfícies de contato

• O resultado coletado está descrito na tabela abaixo, com o quantitativo de alunos que julgaram quais conceitos e temas eles achavam ter relação com o assunto em estudo.

Termos e Conceitos	Número de alunos
TODOS	37
SEIS	00
CINCO	04
QUATRO	02
TRÊS	00
DOIS	00
UM	00
NENHUM	00

III) Justificativas das Escolhas - Justifique suas escolhas sobre os itens acima com suas próprias palavras.

• O aluno precisou justificar porque reconheceu a relação entre os conceitos e termos e o assunto em estudo.

Justificativa	Número de alunos
Aceitável	37
Não aceitável	05
Não justificou	01

IV) TERMOS e CONCEITOS:

Defina os termos ou conceitos a seguir.

• O aluno é instigado a dar definições corretas dos termos e conceitos solicitados

Definições	No. de alunos	Bem definidas	Definições Incompletas	Mal definidas
a) Plano Inclinado ou rampa		08	21	14
b) Roldana ou Polia		30	10	03
c) Inércia		24	06	13
d) Atrito de deslizamento		24	09	10
e) Atrito de Rolamento		22	14	07
f) Atrito Estático		18	18	07
g) Atrito Dinâmico		26	08	09
h) Iminência de Movimento		30	10	03
i) Componentes da Força Peso		28	12	03
j) Ângulo crítico		21	08	14

V) GUIA DE ESTUDO

- a) Nomeie os termos da equação da força de atrito de deslizamento
- b) Indique a relação entre os coeficientes de atrito
- c) Reveja o estudo sobre o plano inclinado e expresse as componentes da força peso, em função da inclinação da rampa.
- d) Recorde o conceito de força de atrito estático, máxima e sua correspondência com a iminência de movimento e o ângulo crítico.
- e) Aplique as leis de Newton, represente as forças atuantes no sistema e demonstre como determinar o coeficiente de atrito estático no plano inclinado articulável.
- f) Idem para o caso do coeficiente de atrito cinético ou dinâmico

Apresentamos o quantitativo de alunos que responderam, bem ou mal, a cada item solicitado acima:

Item	Satisfatório	Não satisfatório
a)	36	07
b)	39	04
c)	33	10
d)	23	20
e)	27	16
f)	41	02

VI) Influência da Propriedade no desempenho da máquina simples - Marque sim ou não, conforme a propriedade influencie ou não no deslizamento do corpo sobre a rampa:

PROPRIEDADE	SIM	NÃO
Velocidade	07	36
Área de contato entre as superfícies envolvidas	40	03
Força Normal	27	16
Componentes da força peso	38	05
Natureza dos corpos e superfícies de contato sobre a rampa	40	03
Estado de polimento das superfícies em contato	41	02
Resistência do Ar	40	03
Atrito dos Fios com as polias	37	06

VII) FECHANDO O ASSUNTO

a) Como foi seu aprendizado de cada tema proposto? Depois compare esta tabela com a que você preencheu no “ANTES DE ESTUDAR O ASSUNTO” para verificar se houve evolução na aprendizagem.

TEMAS PRINCIPAIS	Já sabia de tudo	Agora aprendi sobre o tema	Não entendi
Atrito de deslizamento	01	33	09
Atrito de rolamento	01	22	20
Atrito estático	08	29	06
Atrito dinâmico	07	29	07
Iminência de Movimento	02	32	09

b) Reveja a 2ª atividade do “ANTES DE ESTUDAR O ASSUNTO” e reavalie as suas escolhas. Se precisar, escreva suas novas justificativas e compare-as com suas observações iniciais.

c) Síntese: Elabore um texto e explique as diferenças entre os atritos estático e dinâmico.

Satisfatória	Não satisfatória
27	16

Para os demais questionários, aplicados nas outras turmas escolhidas, utilizamos o mesmo roteiro e a mesma metodologia nos questionamentos, de modo que se faz desnecessário, justificar novamente o objetivo de cada atividade desenvolvida, em cada item.

2. PÓS-APLICATIVO

PROJETO – Fundamentos de Mecânica dos Fluidos

SUB -TEMA: Viscosidade de um Fluido

ATIVIDADE – Determinação da viscosidade absoluta de um fluido

RESULTADOS DAS ATIVIDADES – Dados Obtidos e Compilados

Os números apresentados se referem ao quantitativo de alunos que se enquadraram em cada resposta de cada item. Foram 26 ALUNOS que participaram das atividades de pesquisa e do experimento do 6º período de Mecatrônica. Investigamos o nível de conhecimento dos alunos, antes de aplicar as atividades, bem como sua situação em relação aos temas principais, conceitos e termos comuns empregados e também depois da aplicação das atividades e da abordagem do assunto. A partir dessa premissa, pesquisamos e

registramos os resultados sobre qual passou a ser o novo paradigma e a nova visão dos alunos sobre o tema estudado, após a aplicação das atividades sugeridas no produto educacional, com a solicitação final da elaboração de um texto, sintetizando a experiência vivenciada.

O levantamento estatístico da situação da turma, comparando os questionários pré-aplicativo e pós-aplicativo, estão descritos nas tabelas de dados colhidos a seguir, com o resultado absoluto dos alunos. A elaboração do texto com a síntese do que cada um dos alunos vivenciou, apresentou poucas deficiências na forma com que eles se expressaram, ou seja, dificuldades normais na comunicação e expressão, linguagem e conexão de ideias, algumas vezes incompletas ou inconclusas. Mesmo assim **69,2%** das respostas foram satisfatórias.

I) ANTES DE ESTUDAR O ASSUNTO:

a) Veja na tabela, os principais temas do assunto e julgue o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema:

TEMAS PRINCIPAIS	DOMINO O TEMA	VAI SER FACIL	VAISER DIFICIL
Viscosidade	05	10	11
Viscosidade Absoluta ou Dinâmica	05	12	09
Viscosidade Cinemática	05	11	10
Escoamento Permanente	04	13	09
Regime Laminar	04	15	07
Regime Turbulento	04	09	13
Velocidade terminal	03	13	10
Força de arrasto	02	09	15

II) Marque um "X" nos termos e conceitos cujas características você julga que estão relacionados diretamente com o equipamento proposto para o experimento:

- () velocidade de escoamento
- () resistência ao movimento do fluido.
- () forças intermoleculares
- () natureza do fluido
- () massa específica do fluido
- () tamanho das partículas do fluido
- () temperatura

() coeficiente de viscosidade

() objeto móvel

Termos e Conceitos	Número de alunos
TODOS	07
OITO	05
SETE	06
SEIS	04
CINCO	03
QUATRO	01
TRÊS	00
DOIS	00
UM	00
NENHUM	00

III) Justificativas das Escolhas - Justifique suas escolhas sobre os itens acima com suas próprias palavras.

Justificativa	Número de alunos
Aceitável	07
Não aceitável	10
Não justificou	09

IV) TEMAS e CONCEITOS:

Defina os termos ou conceitos a seguir:

Definições	No. de alunos	Bem definidas	Definições Incompletas	Mal definidas
a) Fluido		05	15	06
b) Fluido ideal		04	17	05
c) Fluido newtoniano		04	15	07
d) Viscosímetro		06	11	09
e) Fluidez		09	13	04
f) Número de Reynolds		01	12	13
g) Coeficiente de arrasto		05	11	10

V) GUIA DE ESTUDO

- Nomeie os termos da equação da Lei de Newton da viscosidade
- Indique a relação entre as viscosidades cinemática e dinâmica.
- Reveja o estudo sobre Hidrostática e Hidrodinâmica e expresse as propriedades dos fluidos em equilíbrio e em escoamento.
- Recorde os conceitos de pressão e de massa específica e sua correspondência com as propriedades dos fluidos.

e) Interprete a lei de Stokes

Item	Satisfatório	Não satisfatório
a)	15	11
b)	17	09
c)	18	08
d)	14	12
e)	11	15

VI) Influência da Propriedade no desempenho do viscosímetro - Marque sim ou não, conforme a propriedade influencia ou não no escoamento do objeto móvel no interior do fluido, ao longo do viscosímetro.

PROPRIEDADE	SIM	NÃO
Velocidade de escoamento	19	07
Comprimento do tubo	21	05
Tipo de viscosímetro utilizado	13	13
Temperatura	16	10
Massa específica do fluido	17	09
Densidade do objeto móvel	20	06

VII) FECHANDO O ASSUNTO:

a) Como foi seu aprendizado de cada tema proposto?. Depois compare com esta tabela com a que você preencheu no “ANTES DE ESTUDAR O ASSUNTO”.

TEMAS PRINCIPAIS	Já sabia de tudo	Agora aprendi sobre o tema	Não entendi
Viscosidade	05	16	05
Viscosidade Absoluta ou Dinâmica	05	17	04
Viscosidade Cinemática	05	17	04
Escoamento Permanente	07	14	05
Regime laminar	04	20	02
Regime Turbulento	04	17	05
Velocidade terminal	03	18	05
Força de arrasto	02	17	07

b) Reveja a 2ª. Atividade do “ANTES DE ESTUDAR O ASSUNTO” e reavalie as suas escolhas. Se precisar, escreva suas novas justificativas e compare-as com suas observações iniciais.

c) Síntese: Elabore um texto e explique as diferenças entre viscosidade absoluta e cinemática; entre escoamento laminar e turbulento.

Satisfatória	Não satisfatória
18	08

3. PÓS - APLICATIVO

PROJETO – Fundamentos de Oscilações Mecânicas

SUB -TEMA : Movimentos Harmônicos Simples e Amortecido

ATIVIDADE – Análise dos Movimentos Harmônicos Simples e Amortecido

RESULTADOS DAS ATIVIDADES – Dados Obtidos e Compilados

Os números apresentados se referem ao quantitativo de alunos que se enquadraram em cada resposta de cada item. Foram 19 ALUNOS que participaram das atividades de pesquisa e do experimento do 2º período de Engenharia Mecânica. Investigamos o nível de conhecimento dos alunos, antes de aplicar as atividades, bem como sua situação em relação aos temas principais, conceitos e termos comuns empregados e após a aplicação das atividades e da abordagem do assunto. A partir dessa premissa, pesquisamos e registramos os resultados sobre qual passou a ser o novo paradigma e a nova visão dos alunos sobre o tema estudado, após a aplicação das atividades sugeridas no produto educacional, com a solicitação final da elaboração de um texto, sintetizando a experiência vivenciada.

O levantamento estatístico da situação da turma, comparando os questionários pré-aplicativo e pós-aplicativo, estão descritos nas tabelas de dados colhidos a seguir, com o resultado absoluto dos alunos. A elaboração do texto com a síntese do que cada um dos alunos vivenciou, apresentou poucas deficiências na forma com que eles se expressaram, ou seja, dificuldades naturais na comunicação e expressão, linguagem e conexão de ideias, algumas vezes incompletas ou inconclusas. Mesmo assim **66,6%** das respostas foram satisfatórias.

I) ANTES DE ESTUDAR O ASSUNTO:

a) Veja na tabela, os principais temas do assunto e julgue o que você pensa sobre a aprendizagem de cada tema:

TEMAS PRINCIPAIS	DOMINO O TEMA	VAI SER FACIL	VAI SER DIFICIL
Periodicidade	04	11	04

Oscilação	09	07	03
Pêndulo Simples	07	08	04
Sistema massa – mola	13	04	02
MHS	06	07	06
MHS Amortecido	03	05	11

II) Marque um “X” nos termos e conceitos cujas características você julga que estão relacionados diretamente com o equipamento proposto para o experimento:

- () período
- () frequência linear
- () frequência angular
- () sincronismo
- () fenômeno harmônico
- () oscilador ideal
- () amplitude
- () oscilador real
- () energia do oscilador
- () constante de amortecimento

Termos e Conceitos	Número de alunos
TODOS	01
NOVE	03
OITO	03
SETE	04
SEIS	04
CINCO	03
QUATRO	01
TRÊS	00

III) Justificativas das Escolhas - Justifique suas escolhas sobre os itens acima com suas próprias palavras.

Justificativa	Número de alunos
Aceitável	05
Não aceitável	10
Não justificou	04

IV) TEMAS e CONCEITOS:

Defina os termos ou conceitos a seguir:

Definições	No. de alunos	Bem definidas	Definições Incompletas	Mal definidas
a) pêndulo simples		05	15	01
b) pêndulo físico		04	07	08
c) pêndulo cônico		04	05	10
d) pêndulo de torção		01	11	07
e) oscilador harmônico		09	03	07
f) amortecimento sub crítico		01	02	16
g) amortecimento crítico		01	02	16
h) amortecimento supercrítico		01	02	16

V) GUIA DE ESTUDO

- Nomeie os termos da equação do Pêndulo simples
- Indique a relação entre grandezas envolvidas.
- Reveja o estudo sobre pêndulos e expresse as propriedades dos sistemas oscilantes na ausência de resistência do ar.
- Recorde os conceitos de período, frequência linear e angular, amplitude e sua correspondência com as propriedades dos osciladores.
- Interprete as leis que definem os osciladores harmônicos, pendular e massa - mola.

Item	Satisfatório	Não satisfatório
a)	05	14
b)	07	12
c)	08	11
d)	04	15
e)	08	11

VI) Influência da Propriedade no desempenho do oscilador - Marque sim ou não, conforme a propriedade influencie ou não no movimento oscilatório do objeto móvel no pêndulo simples ou no sistema massa-mola.

PROPRIEDADE	SIM	NÃO
Comprimento do pêndulo	11	08
Massa do pêndulo	09	10
Gravidade	16	03
Velocidade	07	12
Constante elástica da mola	14	05
Frequência angular do oscilador	06	13

VII) FECHANDO O ASSUNTO:

a) Como foi seu aprendizado de cada tema proposto? Depois compare com esta tabela com a que você preencheu no “ANTES DE ESTUDAR O ASSUNTO”, sobre a aprendizagem de cada tema:

TEMAS PRINCIPAIS	Já sabia de tudo	Agora aprendi sobre o tema	Não entendi
Periodicidade	03	13	03
Oscilação	08	09	02
Pêndulo Simples	05	12	02
Sistema massa – mola	09	07	03
MHS	04	09	06
MHS Amortecido	01	09	09

b) Reveja a 2ª. Atividade do “ANTES DE ESTUDAR O ASSUNTO” e reavalie as suas escolhas. Se precisar, escreva suas novas justificativas e compare-as com as suas observações iniciais.

c) Síntese: Elabore um texto e explique as principais diferenças entre os osciladores harmônicos, simples e amortecido.

Satisfatória	Não satisfatória
10	09

5 CONCLUSÃO

5.1 Fechamento

O corpo da dissertação consta de três capítulos, três apêndices e um anexo nos quais detalhamos a sequência da sua construção. No capítulo 1, apresentamos em síntese, a introdução geral com a descrição da estrutura da dissertação. A seguir, no capítulo 2, tratamos da construção dos vídeos apresentando a metodologia empregada na sua elaboração com enfoque experimental para o ensino de Física. No capítulo 3, abordamos as exposições da metodologia de ensino-aprendizagem pelas duas vias: a aula com abordagem tradicional e depois com a aplicação das videoaulas do produto educacional em sala de aula, onde dispomos os relatórios em que se encontram todos os dados dos resultados obtidos. Ao fim, reservamos um espaço para as conclusões gerais e considerações finais, sobre a elaboração da dissertação. No Apêndice A está o Produto Educacional gerado onde abordamos todo o processo de construção das videoaulas.

5.2 Considerações Finais

A atividade experimental ocupa inegavelmente um papel importante no desenvolvimento da ciência. De acordo com Ivan S. Oliveira (OLIVEIRA, I.S., 2014), o ensino de Física no Brasil, sobretudo no ensino médio e mesmo em grande parte dos cursos universitários, ignora o fato de que esta é uma ciência experimental. Esquecem que sem o experimento, a Física torna-se mera filosofia e se distancia de sua vocação para produzir tecnologia.

Dessa forma parece inconcebível o ensino de Física sem a abordagem experimental. A importância da atividade experimental no ensino de Física está além de aulas dinâmicas, dentre as muitas contribuições que esta pode conferir ao ensino de Física. Ela permite ao aluno refletir e questionar elementos da sua própria realidade, de seu cotidiano social.

Nossos estudantes, independentemente da sua futura profissão, atuarão numa sociedade com transformações tecnológicas constante nas quais, a experimentação é a base delas. Poderão interagir ativamente com esta realidade (ROSA, 2003).

A atividade experimental no contexto educacional estimula, provoca e aguça o imaginário do aluno e esclarece a teoria, promove atitudes e a compreensão de conceitos e ainda permite vivenciar processos próprios da natureza dessa atividade.

Ela começou a ser inserida no contexto escolar desde a segunda metade do século XX, mas ainda é pouco explorada no ensino de ciências. Dentre as muitas causas que dificultam essa inserção estão: precariedade de recursos, escassez ou ausência de equipamentos, superlotação de salas, carga horária insuficiente para a disciplina e a qualificação deficitária do professor. Com o surgimento progressivo de novas tecnologias e mídias, a ampliação dos recursos tecnológicos disponíveis e sua popularização, viu-se a oportunidade de utilizar esses recursos a favor do ensino-aprendizagem.

Diante da importância da atividade experimental, das muitas dificuldades na sua implantação e da gama de recursos disponíveis de alta definição como câmeras fotográficas de boa qualidade, computadores, *softwares*, aparelhos celulares e *tablets*, enxergamos o desenvolvimento uma proposta de material didático por meio de vídeos com enfoque experimental, direcionado para ensino de Física no Ensino Médio e Superior, promovendo a inserção dos mesmos com experimentos de fácil realização, com recursos muitas vezes artesanais e com materiais de baixo custo.

Apresentamos neste trabalho, (I) todas as etapas de construção do vídeo: (II) os recursos utilizados e (III) as ferramentas disponíveis para a sua realização. Mesmo sem depender da participação de um professor como mediador, a filmagem de um experimento simples, pode ser facilmente reproduzida pelos estudantes e muitos conceitos físicos e propriedades experimentais podem ser explorados. Os vídeos com enfoque experimental se mostraram eficientes e interessantes, pois ajudam a superar em boa parte as dificuldades que orbitam em torno da aprendizagem, no ensino de Física.

Devemos destacar que o tempo de aplicação da atividade, que é bem reduzido se comparado ao tempo necessário para realizar o mesmo

experimento, em uma dinâmica de laboratório com uma turma numerosa. O vídeo pode ser reproduzido quantas vezes forem necessárias fazendo pausas e considerações. O estudante poderá acessar o vídeo ou parte dele, após o término de uma aula ou em qualquer momento que deseje, para auxiliar nos seus estudos e quantas vezes ele quiser. Os vídeos trazem consigo todos os benefícios da atividade experimental, contribuições técnicas e conceituais, presentes no experimento.

A construção de videoaulas também confere habilidades técnicas aos professores que as constroem, uma vez que estes vão lidar diretamente com manipulação de recursos tecnológicos, manuseio de equipamentos, montagem e análises dos experimentos. Cabe ao professor aproveitar a oportunidade de aprofundar seus conhecimentos, uma vez que para realizar as análises e desenvolver a fundamentação teórica, ele precisa ter clareza e segurança sobre o conteúdo que está desenvolvendo.

Uma sugestão possível para a produção de vídeos é a de implantar oficinas extraclasse, onde grupos de alunos desenvolvam todas as etapas de construção de vídeos sob a orientação de um professor. Cada grupo ficaria responsável por desenvolver um vídeo: Montar o experimento, filmar, realizar análises e fazer discussões dos resultados. Isso demanda tempo e propõe uma proximidade maior com a atividade, estimula os estudantes, os insere no desenvolvimento dos vídeos e torna o processo mais concreto, já que as atividades seriam realizadas por eles próprios.

Para desembrulhar esta ferramenta didática, produzimos quatro vídeos e descrevemos seus processos de construção no Apêndice A, que traz o Produto Educacional a que nos propusemos a elaborar e construir. Os vídeos produzidos mostraram que podem ser feitos experimentos de naturezas diversas, como também que podem servir como referencial para explorar vários conceitos e revisar temas abordados ao longo dos conteúdos trabalhados.

Após a elaboração do produto educacional, durante o estágio supervisionado, aplicamos este trabalho em sala de aula e quando possível no laboratório no IFPE Campus Caruaru, em turmas dos cursos integrados do EBTT (Ensino Básico, Técnico e Tecnológico) e no curso superior de Engenharia Mecânica para grupos de alunos em 2017.1. Nos períodos escolhidos, das turmas selecionadas, os alunos tinham algum tipo de conhecimento dos

conteúdos básicos de Cinemática e Dinâmica, tidos como pré-requisitos das ementas, para desenvolverem essas atividades.

Nosso principal objetivo ao implantar os vídeos foi testar a eficiência da sua inserção no ensino de Física e como consequência, avaliar o desempenho dos estudantes, com o emprego do produto educacional, analisando através de questionários pré-aplicativos e pós-aplicativos, se houve algum progresso, isto é, alguma evolução significativa no aspecto da aprendizagem com o emprego desse novo recurso.

Sendo assim, a produção de vídeos com enfoque experimental como proposta de inserção didática, apresentou-se bastante adequada para introduzir a dimensão experimental no ensino de Física, utilizando recursos acessíveis, que tratam de experimentos simples e abrangentes dos conceitos físicos. Os resultados obtidos dessa vivência foram bastante animadores e nos impulsiona a persistir com entusiasmo renovado, na busca por um ensino de Física de boa qualidade para nossos estudantes.

Espero que este trabalho sirva de incentivo a todos aqueles que desejem transformar o ensino de Física experimental num diferencial de formação profissional e que também possa despertar entusiasmo e curiosidade em alunos iniciantes da área de Física e Engenharia, pois acreditamos que ensinar a Física experimental é persistir na tentativa de recriar a natureza nos laboratórios didáticos, uma vez que a Física tem sua base na experimentação e esta, precisa ter qualidade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.J.P.M.; **Discursos da ciência e da escola**; ideologia e leituras possíveis. Campinas: Mercado de Letras, 2004.

ALVES, V. 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.

AUSUBEL, D. P.; **A aprendizagem significativa**: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.

BACHELARD, G.; **A formação do espírito científico**. Tradução de E.S. Abreu, Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BELLONI, I. Educação In: BITTAR, J. (org.); **Governos estaduais: desafios e avanços: reflexões e relatos e experiências petistas**. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2003.

BOCZKO, Roberto. **Conceito de Astronomia**. São Paulo, Editora Blucher, 1984.

BRASIL. Ministério da Educação.; Conselho Nacional de Educação. *Resolução CNE/CEB nº 06/2012*, de 20 de setembro de 2012. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Brasília, DF: 20 de setembro de 2012.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, de 05 de outubro de 1988. Brasília, DF: 05 de outubro de 1988.

BRASIL. [Lei nº 9.394/1996, de 20 de dezembro de 1996](#). Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. [Lei nº 11.892/2008, de 29 de dezembro de 2008](#). Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, DF: 29 de dezembro de 2008.

BRASIL. [Lei nº 12.711, de 29 de agosto de 2012](#). Dispõe sobre o ingresso nas universidades federais e nas instituições federais de ensino técnico de nível médio e dá outras providências. Brasília, DF: 29 de agosto de 2012.

BRASIL. MEC. SEF. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (ENSINO MÉDIO) Parte I - bases Legais Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Resolução CNE/CEB nº 06/2012*, de 20 de setembro de 2012. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Profissional Técnica de Nível Médio. Brasília, DF: 20 de setembro de 2012.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação e Tecnológica (Semtec). **PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS - Ensino Médio**, Brasília: MEC/ Semtec, 2010. Brasil. Secretaria de Educação Fundamental.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Portaria SETEC/MEC nº 39/2013**, de 22 de novembro de 2013. Institui Grupo de Trabalho sobre evasão, retenção e conclusão. Brasília, DF: 22 de novembro de 2013a.

BRASIL. Ministério da Educação. **Portaria MEC nº 1.291/2013**, de 30 de dezembro de 2013. Estabelece diretrizes para a organização dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia e define parâmetros e normas para a sua expansão. Brasília, DF: 30 de dezembro de 2013b.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. TCU – EJA – Educação de Jovens e Adultos; TCU 2015, adaptado.

BRASIL. 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.

Carlos Magno Azinaro Torres... [et al.].; Física: Ciência e tecnologia: volume único / São Paulo: Moderna, 2001.

Carlos Magno A. Torres... [et al.].; Física: Ciência e tecnologia : 3. ed., v. 3., São Paulo: Moderna, 2013.

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.; **Videoaula como estratégia de ensino em Física.** Revista Didática Sistêmica, ISSN 1809-3108, Volume 8, julho a dezembro de 2008.

De JESUS, Vitor L.B.; **Experimentos e videoanálise - dinâmica/** Vitor L.B. de Jesus. 1ed, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BRASIL. 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.

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

EINSTEIN, A.; INFELD, L.; **A evolução da Física.** Tradução de G. Rebuá. 4. ed., Rio de Janeiro: Zahar, 1989.

Experimentação Problematizadora: **Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências** Wilmo E. Francisco Jr., Luiz Henrique Ferreira e Dácio Rodney Hartwig QUÍMICA NOVA NA ESCOLA Nº 30, novembro 2008.

FERRARO, Nicolau G. et al.; **Física, ciência e tecnologia**. São Paulo: Moderna, 2001.

_____. **Física Lúdica: práticas para o Ensino Fundamental e Médio / Coleção aprender fazendo** - 1. ed., São Paulo: Cortez, 2011.

Francis Sears, Mark W. Zemansky e Hugh D. Young; **Física**, v.1: Mecânica/ /tradução José de Lima Accioli e Jean Pierre von der Weid. 2 ed., Rio de Janeiro: LTC, 1984.

GASPAR, A; MONTEIRO, Isabel. C. C. (2005).; **Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: Uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky**. UNESP-SP

Humberto Pugliesi Netto... [et al.]; **Física Experimental**: 9. ed., São Paulo: Nobel, 1985.

HALLIDAY, D e RESNICK, R.; **Fundamentos de Física – Mecânica**. Tradução Ronaldo Sérgio de Biasi. 7a ed., v.1, Rio de Janeiro: LTC, 2007.

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.

HODSON, D.; **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 ciências experimentales**. Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n.1, p. 45-60, 1999.

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.

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.

MENEZES, L.C. (Coord.); **Parâmetros Curriculares Nacionais (ciências da natureza, matemática e tecnologia)**. Brasília: MEC, 1996.

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.

MORAN, J. M.; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. São Paulo. Papirus, p.36, 2000.

NEWTON, I.; **Principia**: princípios matemáticos de filosofia natural. Tradução de Trieste Ricci e al. São Paulo: Nova Stella: Edusp, 1990, v.1.

OLIVEIRA, MARTA KOHL.; **Lev Vygotsky texto e apresentação**. 2010

PIETROCOLA, Maurício (Org.). **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: UIFSC, 2001.

Paul A. Tipler, Gene Mosca; Física para cientistas e engenheiros, v.1: Mecânica. Tradução Fernando Ribeiro da Silva, Mauro Speranza Neto. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

PIETROCOLA, Maurício.; Curiosidade e imaginação: os caminhos do conhecimento nas ciências, nas artes e no ensino. In: CARVALHO, Ana Maria

Pessoa. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thompson, 2004.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco; Os Fundamentos da Física- *Moderna Plus*, v.1 – Livro de Atividades do Professor/ Francisco Ramalho Júnior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antônio de Toledo Soares- 10. ed.- São Paulo: Moderna, 2015.

RAMALHO JÚNIOR, Francisco; FERRARO, Nicolau G.; SOARES, Paulo A.T. **Os fundamentos da física 1: Mecânica**. 8.ed. São Paulo: Moderna, 2003.

_____;_____;_____; **Os fundamentos da física 2: Termologia, Óptica e Ondas**. 8.ed. São Paulo: Moderna, 2003

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.

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.

SILVA, L. H. A., ZANON, L. B.; **A experimentação no ensino de ciências**. In: SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (orgs.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 2000.

VALADARES, Eduardo Campos.; **Física mais que divertida: inventos eletrizantes baseados em materiais de baixo custo**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

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.

VILLATORRE, Aparecida Magalhães; HIGA, Ivanilde; TYCHANOWICZ, Silmara Denise. **Didática e avaliação em Física**. 1ed., Curitiba: Ibplex, 2008.

VYGOTSKY, L.S.; **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. Física II. Termodinâmica e Ondas. 12 ed. São Paulo: Addison, Wesley, 2008.

YOUNG Hugh D.; Física I: Mecânica/ Young e Freedman; [colaborador A. Lewis Ford]; tradução Sônia Midori Yamamoto; revisão técnica Adir Moysés Luiz. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

PUBLICAÇÕES E CITAÇÕES DE CONGRESSOS, DISSERTAÇÕES, ENCONTROS, REVISTAS, SEMINÁRIOS, SIMPÓSIOS, TCC's e TESES.

ALVES, V. C.; STACHAK, M.; A importância de aulas experimentais no processo ensino-aprendizagem em Física: Eletricidade. In: XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2005, 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.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A E MOREIRA, M.A.; A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de Física. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v.4,n.3, p.5-18, 2004a. Disponível em: <<http://www.f.ufrgs.br/cref/ntef/producao/IIIEIBIEC.PDF>>

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.

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, Florianópolis. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência, 2009.

AXT, Rolando.; O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. In: MOREIRA, M. A.; AXT, R. Tópicos em Ensino de Ciências. Porto Alegre: Sagra, 1991.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M.; Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física Moderna? Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

CASSARO. Renato.; Atividades experimentais no ensino de Física. JI Paraná, RO, agosto de 2012.

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

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. J; COSTA, Samuel.; VIDEOAULA COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO EM FÍSICA. Revista Técnico-Científica (IFSC), v. 33, p. 422-431, 2012.

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.

DA ROSA, C. T. W.; ROSA, A. B.; Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 4, n. 1, p. 2, 2005.

DOCA, Ricardo Helou: Tópicos de Física, I: Mecânica/ Ricardo Helou Doca, Gualter José Biscuola, Newton Villas Boas. 20ª. Ed. Reformulada e ampliada, São Paulo: Saraiva, 2007.

DOURADO, L.; LEITE, L. (2008).; La utilización de actividades laboratoriais e ensino de fenómenos geológicos. In Actas del XXI Congreso de ENCIGA (Cd-Rom). Carballiño: IES M. Disponível em: http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/9731/1/TEXTO_ENCIGA_L.Dourado_e_L.Leite_08%255B1%255D.pdf. Acesso em: 19 de Agosto de 2016.

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.

FEYNMAN, R.; Palestra no Rio de Janeiro em maio de 1952, organizada pela SBPC, Departamento de Física da FNFi - RJ (Faculdade Nacional de Filosofia) e Diretório Acadêmico do Instituto de Física (IF) da UFRJ, e registrada pelo grande educador e biólogo Oswaldo Frota-Pessoa.

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.

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

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.

HODSON, D. (1994).; Hacia un enfoque más crítico del trábalo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, v. 12, n. 3, p. 299-313.

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.

LEITAO, L. I.; DORNELES, P. F. T.; ROCHA, F. S.; A videoanálise 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.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F.; Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v.24, n.2, 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci-abstract&pid=s180611172002000200002&lng=en&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 16 de ago. de 2015.

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

OLIVEIRA, E. ; ENS, Romilda Teodora; DE MUSIS, Carlo R.; ANDRADE, Daniela Freire.; Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. Revista Diálogo Educacional (PUCPR), Curitiba, v. 4, n.9, p. 11-27, 2003.

OLIVEIRA, I.S.; orelha em Experimentos e Videoanálises - Dinâmica / Vitor L.B. de Jesus; Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), 2014.

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. VIDEOANÁLISE 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.

REZENDE, L.A.; STRUCHINER, M.; Uma proposta pedagógica para produção e utilização de materiais audiovisuais no ensino de ciências: análise de um vídeo sobre entomologia. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 45-66, mar. 2009. Disponível em: <http://alexandria.ppgect.ufsc.br/files/2012/03/LuizAugusto.pdf>.

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.

SANTOS, G.; OTERO, M.R.; FANARO, M.L.G. Como usar software de simulação em classes de Física? Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v.17, n.1, p.50-66, 2000.

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.

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.

SILVA, M.S.P.; CONSTRUÇÃO DE VÍDEOS COM ENFOQUE EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO; Monografia de graduação; Centro Acadêmico do Agreste (CAA). Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, Caruaru - PE, 2016.

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. SOUZA, P. H. de; O ensino do conceito de tempo: contribuições históricas e relações interdisciplinares. 2002. 116f. Monografia (Licenciatura em Física) –

Instituto de Física / Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

_____. Tempo, ciência, história e educação: um diálogo entre a cultura e o perfil epistemológico. 2008. 254 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Física / Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SOUZA, P.H.; O ensino do conceito de tempo: imaginação, imagens históricas e rupturas epistemológicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. *Atas...*Bauru, 2005.

_____. Um diálogo entre a cultura e o perfil epistemológico no ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11. ,2008, Curitiba. *Atas Curitiba*, 2008.

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.

THOMAZ, M. F.; A Experimentação e a Formação de Professores de Ciências: Uma Reflexão. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.17, n.3: p.360-369, dez.2000.

Tutorial: Abrindo Vídeos e Medindo Comprimentos no Image J. Disponível em: http://www.pontociencia.org.br/pdf/tutorial_imagej.pdf. Acesso em:19 de Agosto de 2016.

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: 19 de Agosto de 2016.

ZANETIC, J. Física também é cultura. 1989. 252 f. Tese (Doutorado em Educação) - Instituto de Física / Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

**Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico do Agreste – CAA**

**Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF
Sociedade Brasileira de Física - SBF**

**Estudo e Análise de Tópicos de Mecânica através de Videoaulas
com abordagem experimental para o ensino de Física**

APÊNDICE A – PRODUTO EDUCACIONAL

FERNANDO ANTÔNIO ARAÚJO DE SOUZA

Caruaru - 2017

FERNANDO ANTÔNIO ARAÚJO DE SOUZA

APÊNDICE A - PRODUTO EDUCACIONAL

**Estudo e Análise de Tópicos de Mecânica através de Videoaulas
com abordagem experimental para o ensino de Física**

Produto Educacional elaborado sob a orientação do Professor Dr. João Francisco Liberato de Freitas como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física Área de Concentração “Física no Ensino Médio”, pelo Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Pernambuco.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1* QR Code do link (esquerda); Slide de apresentação da videoaula (direita), Mecânica - Aula 01 - Plano Inclinado. Aula Piloto. Disponível no YouTube sobre o link: <https://youtu.be/M5WG8oBnbb8> 115
- Figura 2* QR Code do link (esquerda); Slide de apresentação da videoaula (direita), Fundamentos de Oscilações Mecânicas - Parte 1. Disponível no YouTube sobre o link: <https://youtu.be/JSpG1ZtJZes> 116
- Figura 3* QR Code do link (esquerda); Slide de apresentação da videoaula (direita), Fundamentos de Oscilações Mecânicas - Parte 2. Disponível no YouTube sobre o link: <https://youtu.be/5Xakrr6gyi8> 117
- Figura 4* QR Code do link (esquerda); Slide de apresentação da videoaula (direita), Fundamentos da Mecânica dos Fluidos. Disponível no YouTube sobre o link: <https://youtu.be/2TUn7nAy-jc> 118
- Figura 5* Seleção de quadros (slides) de vídeos com os experimentos realizados com enfoque experimental – a) Análise Dinâmica do movimento de corpos no Plano Inclinado e a influência do Atrito; b) Fundamentos de oscilações mecânicas – parte 1; c) Fundamentos de oscilações mecânicas – parte 2; d) Fundamentos de Mecânica dos Fluidos. Determinação da Viscosidade de Fluidos. Detergente, Óleo de soja e Óleo 5W-30 119
- Figura 6* Análise Dinâmica do movimento de corpos no Plano Inclinado e a influência do Atrito (esquerda); Movimento Harmônico do Pêndulo Simples Gravitacional (direita) 125

<i>Figura 7</i>	Representação da medida de referência, do sistema de coordenadas e do elemento móvel do experimento. Plano Inclinado com atrito (esquerda); Oscilações no Pêndulo simples em MHS (direita)	126
<i>Figura 8A</i>	Representação das tabelas geradas com o rastreamento dos objetos móveis	127
<i>Figura 8B</i>	Representação dos gráficos gerados com o rastreamento dos objetos móveis	128
<i>Figura 9</i>	Representação dos gráficos e funções gerados do rastreamento dos objetos móveis, indicando os coeficientes obtidos	129
<i>Figura 10</i>	Representação do gráfico: Amplitude (deslocamento angular) x tempo e função gerada do rastreamento do objeto móvel, indicando os coeficientes e parâmetros obtidos	130
<i>Figura 11</i>	Representação do gráfico: Amplitude (deslocamento angular) versus tempo	133

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 01</i>	Descrição dos experimentos realizados em ordem didática	120
------------------	---	-----

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	109
1 INTRODUÇÃO	111
1.1 Transposição didática	112
1.2 Objetivo da transposição	113
2 MATERIAL DIDÁTICO PRODUZIDO - VIDEOAULAS	113
2.1 Etapas de elaboração	113
2.2 Vídeos produzidos	114
3 CONSTRUÇÃO DOS VÍDEOS	119
3.1 Escolha do Experimento	119
3.2 Descrição dos Experimentos	120
3.3 Teste Equipamento	123
3.4 Filmagem (Gravação) dos Experimentos	124
3.5 Utilização do Tracker	126
4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS EXPERIMENTOS	130
5 APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	134
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
REFERÊNCIAS	137

APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL VIDEOAULAS PRODUZIDAS

Este produto educacional é fruto de uma pesquisa realizada para a utilização de VIDEOAULAS, como estratégia de transposição didática de conteúdos que podem ser explorados a partir de um enfoque experimental, como proposta complementar, ou em alguns casos substitutiva, do laboratório físico (na sua ausência eventual) comportando-se como via alternativa no ensino de Física. Elaboramos quatro vídeos sobre alguns tópicos da Mecânica, passando pelas análises: (1) da Dinâmica do Plano Inclinado (2) dos Fundamentos de Oscilações Mecânicas no Movimento Harmônico Simples - M.H.S. e no Movimento Harmônico Amortecido - M.H.A. (amortecido); (3) Fundamentos de Mecânica dos Fluidos e Viscosidade.

Após a elaboração dos vídeos, os colocamos em teste e aplicamos em sala de aula para observar e colher os resultados. O trabalho foi realizado com 2º e o 6º períodos de turmas do Ensino Básico Técnico e Tecnológico – EBTT (correspondentes às 1ª e 3ª. séries do ensino médio) dos Cursos Integrados e com o 2º período do Curso Superior de Engenharia Mecânica do IFPE – Campus Caruaru como alternativa para aprofundar os conceitos de tópicos de Mecânica Clássica, acima mencionados, que são abordados regularmente ao longo do curso de Física, como Cinemática, Dinâmica, Estática, Movimentos Harmônicos e Hidrodinâmica.

Nesse sentido o trabalho realizado teve abordagem tanto qualitativa quanto quantitativa, visando uma aprendizagem que pudesse aproximar os estudantes das temáticas sugeridas. Foram explorados conteúdos de séries do ensino médio, nas disciplinas de Física II e Física VI e do curso superior de Engenharia Mecânica, na disciplina Física Geral e Experimental 1. Destacamos nas vídeoaulas elaboradas com fins experimentais na sala de aula, conteúdos relacionados com Cinemática, passando inclusive por análises gráficas; as Leis de Newton e o estudo do atrito; Oscilações Harmônicas e Hidrodinâmica apresentando os Fundamentos da Mecânica dos Fluidos. Na sequência de vídeos, exploramos detalhadamente tais conteúdos.

Como são temas associados, os vídeos construídos apresentam abordagens convergentes, onde oferecemos aos interessados, a oportunidade de serem contemplados com um elenco de propriedades físicas interessantes e atraentes. Trabalhamos para propor atividades experimentais aos estudantes e professores, por meio das videoaulas que foram elaboradas, filmadas, gravadas, editadas e finalizadas para posteriormente, ser objeto de análise e discussão com alunos em sala de aula.

O ponto de partida para o uso de experimentos foi a via tradicional e expositiva, realizando a abordagem em sala de aula, com quadro branco e pincel, recursos multimídia para projeção estática e aplicações de listas de exercícios tendo a participação do professor, como mediador e incentivador dos estudantes para futuras atividades que possam ser propostas. Em seguida, a próxima atividade constou da apresentação da videoaula para que os alunos pudessem perceber a importância e a utilidade da videoaula, comparando-a com a aula expositiva tradicional, de modo a estimular ainda mais a curiosidade pela Física. Nessa dimensão, propomos atividades que favorecessem a contextualização e principalmente a interdisciplinaridade dos conteúdos.

A produção deste material também foi pensada para ser uma inserção didática que atendesse aos professores que trabalham em escolas com poucos recursos e carentes de uma boa infraestrutura como laboratório físico, sala de vídeo, espaço amplo e adequado, biblioteca, acesso à Internet, etc. As atividades aqui propostas podem e devem ser reproduzidas em sala de aula, a partir do emprego de material de baixo custo, como sugerido nesse trabalho, procurando vencer as limitações e precariedades expostas e tão conhecidas. Por fim, espero que esse produto educacional seja realmente empregado de forma a resgatar os conceitos de Mecânica envolvidos nos temas escolhidos e instigar a comunidade acadêmica a caminhar com suas “próprias pernas”; a dar passos mais largos, lançar voos mais altos e ambiciosos, despertando o interesse em alunos e professores, motivando-os aos estudos e à construção de seus próprios vídeos. Temos convicção que os temas aqui selecionados são de enorme importância na Física Básica. Dirigindo-me aos colegas professores, espero que apreciem o material produzido e o apliquem efetivamente. Aos prezados alunos, espero que se entusiasmem e aproveitem o aprendizado.

1 INTRODUÇÃO

Este produto educacional apresenta uma alternativa didática para contribuir com o ensino de Física Experimental, usando as videoaulas para contribuir com esta área da atividade científica. O trabalho precisou passar por uma série de ações para planejar o desenvolvimento de uma proposta de material didático, que definiu como objetivo a produção de vídeos com enfoque experimental. Essas videoaulas foram desenvolvidas nesse projeto experimental para apresentarem opções de aplicação de sua metodologia. Neste projeto focamos a produção de uma série de quatro vídeos, cujo desenvolvimento fez conexões entre os processos que foram inicialmente apresentados pela via tradicional e os vídeos produzidos.

Sabemos das dificuldades enfrentadas pelos alunos nos últimos anos nas aulas experimentais do nível médio e técnico, como também nos cursos de licenciatura em Física no nível superior. De acordo com Vitor L.B. de Jesus (DE JESUS, 2014),

[...] os dados experimentais têm sido obtidos quase sem reflexão sobre as inúmeras possibilidades de inconvenientes para a posterior análise dos resultados, que por sua vez são apresentados sem uma discussão detalhada do seu significado e sem conexão com a teoria que poderia explicá-los. [...] A teoria e a experiência parecem “duas físicas” que nunca se encontram. Elas vivem separadas, uma na sala de aula e outra no laboratório.

Uma preocupação constante no ensino de Física para os estudantes, tanto do ensino médio como do ensino superior, tem sido melhorar o rendimento no processo de ensino – aprendizagem numa disciplina onde os estudantes encontram muitos obstáculos para seu aprendizado e compreensão. Numa tentativa de apresentar alternativas viáveis e colaborar no sentido de tornar esta aprendizagem mais clara, mais motivadora, mais eficiente e produtiva, descreveremos a seguir a execução operacional que se transformou no Produto Educacional, cujo intuito é ajudar de alguma forma para que os estudantes possam unir essas “duas físicas”.

A nossa intenção é que este trabalho possa servir de referência não só para aulas experimentais de Física básica nos institutos federais, cursos de licenciatura ou tecnológicos, mas também servir de referência para aulas de uma

única Física. A Física é uma ciência que tem sua base alicerçada na experimentação e esta deve ser de excelente qualidade.

Foram escolhidos experimentos considerados de importância real na Física básica, que são relevantes no cotidiano, envolvendo a aceleração da gravidade, as leis de Newton, movimentos periódicos, como o circular e o do pêndulo simples, entre outros; o estudo do atrito e da viscosidade de fluidos. Foram construídos, elaborados e finalizados quatro vídeos que serão devidamente detalhados adiante, quanto à sua produção. O tema “Análise Dinâmica do Plano Inclinado” foi escolhido para servir de teste do projeto e ser o primeiro aplicado em sala de aula, tendo sido concebido como a “aula piloto”.

Qualquer indivíduo interessado em estudar usando as videoaulas, poderá acessá-las através de um *link* de um canal do *youtube* e/ou via mídia digital tipo DVD ou *pendrive*, que integram o produto educacional na sua versão definitiva.

A primeira delas, Aula 01 – Análise dinâmica do Plano Inclinado - Aula Piloto está no link www.youtube.com/watch?v=M5WG8oBnbb8&t=01s.

A segunda videoaula, sobre Fundamentos de Oscilações Mecânicas - Parte 1, no link www.youtube.com/watch?v=JSpG1ZtJZes&t=01s.

Na terceira videoaula demos continuidade ao estudo das oscilações mecânicas - Fundamentos de Oscilações Mecânicas - Parte 2, no link www.youtube.com/watch?v=5Xakrr6gyi8&t=01s e na quarta videoaula, estudamos os Fundamentos de Mecânica dos fluidos, no link www.youtu.be/2TUn7nAy-jc.

1.1 Transposição Didática

A importância de transpor o conhecimento científico para a aprendizagem escolar leva à necessidade de atualização curricular na escola e da interpretação física na linguagem dos estudantes. Portanto cientistas, educadores, professores, autores de livros didáticos, pais de alunos, entre outros, devem exercer papel fundamental na intermediação entre a sociedade e o sistema de ensino e serem responsáveis por levar o conhecimento social e científico às escolas. Dessa forma, a interdisciplinaridade e contextualização são instrumentos operacionais importantes para a transposição didática.

1.2 Objetivo da Transposição

Tendo como pressuposto o fato de que já existe algum nível significativo de conhecimento da teoria relacionada com cada um dos experimentos, é conveniente fazer uma revisão teórica básica sobre os temas, para assegurar um desenvolvimento da videoaula com mais tranquilidade e segurança.

Na realidade o que nós queremos alcançar como objetivo principal com apresentação da videoaula é transpor o conhecimento científico associado a cada tema para o ensino escolar, de forma que o aluno possa enxergar o conhecimento científico sob a perspectiva de algo motivador, diferente e acessível, quando o professor o transfere e transforma em saber ensinado, no ambiente de sala de aula, aproveitando os recursos atualmente disponíveis à maioria dos estudantes no que diz respeito ao uso da internet, do computador, *tablets*, telefone celular e outras mídias.

2 MATERIAL DIDÁTICO PRODUZIDO – VIDEOAULAS

2.1 Etapas de Elaboração

Os vídeos produzidos ilustram a proposta da ferramenta didática apresentada no corpo da dissertação. Os vídeos foram construídos gradativa e sequencialmente, isto é, um de cada vez, de tal modo que o início de construção de um novo vídeo só aconteceu depois do aprendizado adquirido, quando a construção do anterior foi finalizada. Essa construção se desenvolveu a partir de um planejamento estratégico, que tornou mais eficiente o processo de elaboração e produção dos demais vídeos e permitiu subdividi-lo nas etapas comuns que são descritas, a seguir:

- 1) Escolha dos temas a serem abordados nos vídeos;
- 2) Preparação, construção e filmagem dos experimentos utilizados nos vídeos;
- 3) Importação dos filmes para o aplicativo *TRACKER*, onde se faz a videoanálise;
- 4) Elaboração de textos e animações como partes integrantes dos vídeos;

5) Gravação e edições de vídeo e áudio, com aplicativos adequados como *CINELERRA*, *KDENLIVE* e *AUDACITY* e a posterior execução dos devidos cortes, inclusão de legendas, narrações, trilhas e efeitos sonoros, eliminação de ruídos, efeitos visuais e outros elementos que compõem o vídeo, constituindo a fase de encerramento do mesmo;

6) Finalização que compreende a revisão do vídeo em sua versão final para identificar, corrigir e alterar possíveis falhas em elementos que viessem a gerar conflitos, equívocos e/ou que pudessem comprometer os objetivos e a qualidade do vídeo.

O início do processo de construção envolveu algumas exigências didáticas e experimentais estabelecidas previamente necessárias à produção de qualquer material e que viesse a integrar o produto educacional. Estes pré-requisitos estão associados a uma reflexão sobre as atividades experimentais no âmbito escolar. Assim, é relevante ressaltar a importância do planejamento que antecedeu qualquer ação no que tange à produção dos vídeos, ou seja, da definição prévia dos objetivos e a adequação da atividade a ser desenvolvida no projeto.

2.2 Os vídeos produzidos

Os vídeos produzidos neste produto educacional, na ordem cronológica de suas realizações, foram:

- **Vídeo 1 – Análise Dinâmica do movimento de dois blocos no Plano Inclinado e a influência do Atrito**

Introduz o estudo e interpretação das leis de Newton, onde o vídeo aborda a análise da interferência do atrito sobre o movimento de dois blocos. Na superfície de contato da rampa com um bloco de massa conhecida, conectado a outro bloco de massa distinta e dependurado verticalmente, por meio de um fio de massa desprezível que passa por uma polia fixa, observa-se a ação das forças atuantes e as animações exibem o experimento para a determinação do coeficiente de atrito dinâmico de contato entre a superfície da rampa e um dos

blocos (de madeiras distintas), fazendo o tratamento das principais características do processo, como a determinação da velocidade e da aceleração dos blocos além da expressão que calcula o coeficiente de atrito dinâmico.

A figura 1 mostra o QR Code¹¹ do *link* à esquerda e o slide mestre da capa da videoaula, à direita.

Figura 1: QR Code do link (esquerda); Slide de apresentação da videoaula (direita), Mecânica - Aula 01 - Plano Inclinado. Aula Piloto. Disponível no YouTube sobre o link: <https://youtu.be/M5WG8oBnbb8>



Fonte: O Autor (2017).

A partir da videoanálise do experimento determinamos o coeficiente de atrito dinâmico desse contato e também elaboramos tabelas da obtenção dos resultados das acelerações a partir da inclinação da rampa. O vídeo contém explicações de como os resultados são inferidos e como os gráficos são construídos e assim conecta a teoria estudada com a prática realizada.

• Vídeo 2 - Movimento Harmônico – Fundamentos de Oscilações Mecânicas (parte 1)

Apresenta três sistemas: (I) Uma tomada de vídeo para uma aplicação do Movimento Harmônico Simples (MHS), com o Pêndulo Simples Gravitacional, a partir da oscilação de pequena amplitude de uma esfera presa a um fio longo,

¹ O QR Code (do inglês Quick Response) é um código de barras bidimensional que serve como localizador e pode ser escaneado usando-se a maioria dos aparelhos celulares equipados com câmeras. Este código pode ser convertido em: texto (interativo), um endereço URI; um número de telefone; uma localização; um e-mail, um contato ou um SMS.

fixo num suporte. (II) a simulação de um sistema massa – mola horizontal e depois com outro, (III) um sistema massa-mola vertical.

Nos três casos, é realizado um estudo qualitativo e quantitativo do movimento harmônico simples. Esta videoaula teve como experimentação um oscilador harmônico simples gravitacional cuja videoanálise foi realizada de forma exaustiva, com a determinação de suas grandezas físicas, culminando com a determinação experimental da aceleração da gravidade. A figura 2 mostra o QR Code do *link* à esquerda e o slide mestre da capa da videoaula, à direita.

Figura 2: QR Code do link (esquerda); Slide de apresentação da videoaula (direita), Fundamentos de Oscilações Mecânicas - Parte 1. Disponível no YouTube sobre o link: <https://youtu.be/JSpG1ZtJZes>



Fonte: O Autor (2017).

• Vídeo 3 - Movimento Harmônico – Fundamentos de oscilações mecânicas (parte 2)

Na parte 2 da videoaula, tratamos do Movimento Harmônico Amortecido (MHA) via amortecimento de um conjunto massa–mola a partir da videoanálise de dois experimentos: 1º) Análise do comportamento do deslocamento horizontal do sistema massa-mola composto de um carrinho em um trilho, preso a duas molas simétricas horizontais; 2º) Análise do comportamento do deslocamento vertical de uma bola de borracha acoplada a uma mola helicoidal de plástico, onde colocamos o sistema a oscilar diante da resistência do ar.

Neles são realizados estudos qualitativos e quantitativos do movimento harmônico amortecido. No vídeo é apresentada uma breve revisão do MHS e são introduzidos os elementos teóricos do MHA. Fazendo análises dos experimentos, é calculada a frequência angular do oscilador harmônico simples,

estabelecendo a função deslocamento temporal. A partir dos gráficos gerados, é feita a determinação das amplitudes e frequências angulares e do coeficiente de amortecimento das oscilações. A figura 3 mostra o QR Code do *link* à esquerda e o slide mestre da capa da videoaula, à direita.

Figura 3. QR Code do link (esquerda); Slide de apresentação da videoaula (direita), Fundamentos de Oscilações Mecânicas - Parte 2. Disponível no YouTube sobre o link: <https://youtu.be/5Xakrr6gyi8>



Fonte: O Autor (2017).

• **Vídeo 4 – Fundamentos de Mecânica dos Fluidos. Determinação da Viscosidade de Fluidos**

A partir do movimento vertical de uma esfera de aço em trajetória retilínea no interior de um tubo cilíndrico de comprimento conhecido e com diâmetro interno muito maior que o diâmetro da esfera, (ordem de grandeza em torno de 10^1 a 10^2 vezes maior), simulamos um regime de escoamento interno onde foi feita a tomada de vídeo do movimento da esfera no interior de alguns fluidos selecionados, todos em temperatura ambiente.

Daí simulou-se um viscosímetro de Stokes onde foi realizada uma quantificação da viscosidade a partir do movimento unidimensional da esfera no interior dos fluidos líquidos, determinando através do rastreamento da trajetória da esfera, os diagramas horários do seu movimento, construindo os gráficos do deslocamento em função do tempo relacionados, bem como as medidas das viscosidades dos diversos fluidos utilizados.

O vídeo introduz os elementos essenciais do movimento a uma dimensão e a maneira dele ser associado ao cotidiano, sem desprezar as suas restrições. A partir da observação do deslocamento da queda da esfera em cada fluido,

podemos chegar à medida da velocidade terminal da mesma no interior da massa fluida e relacioná-la com a viscosidade dos fluidos. A figura 4 mostra o QR Code do *link* à esquerda e o slide mestre da capa da videoaula, à direita.

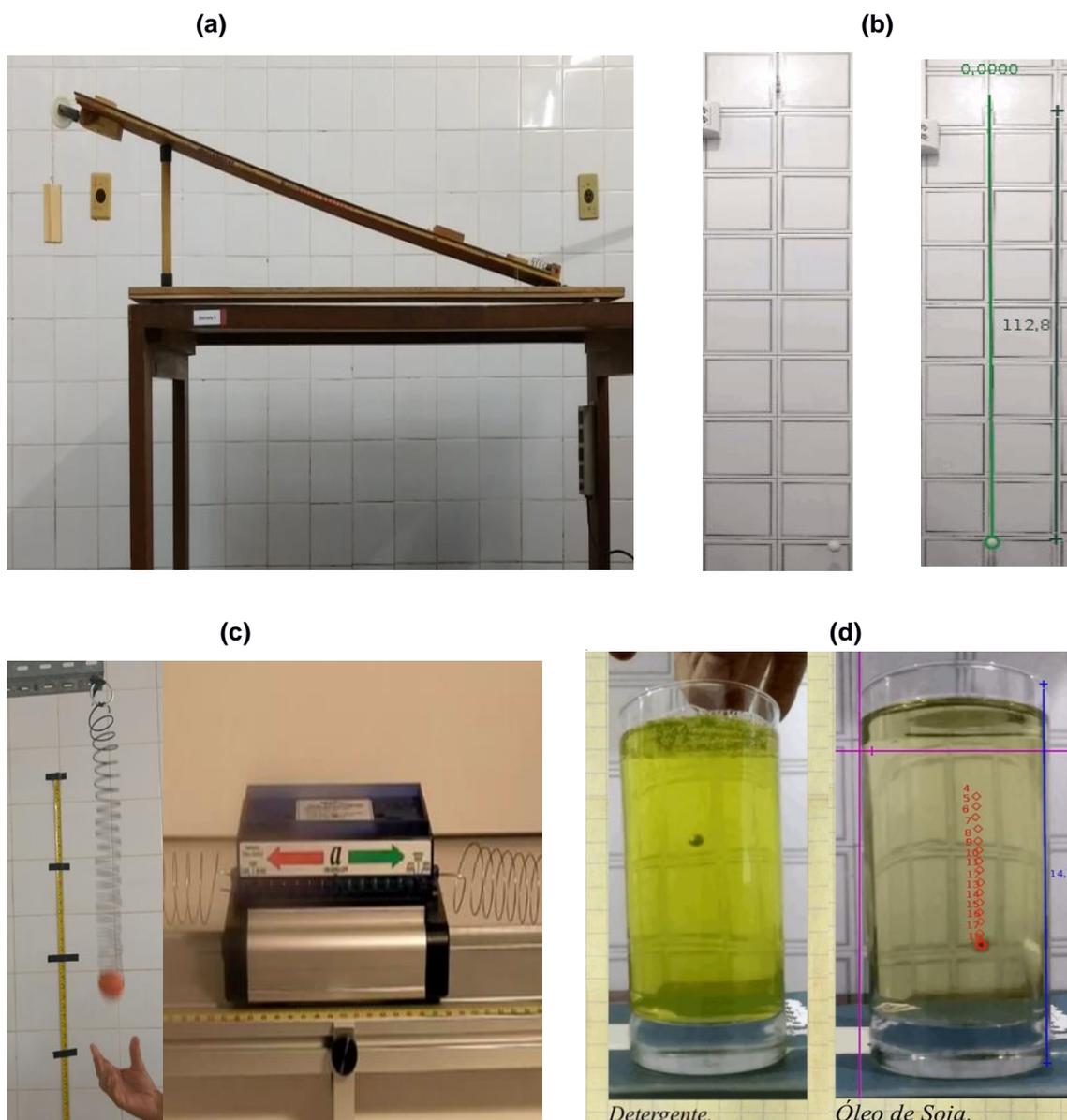
Figura 4. QR Code do link (esquerda); Slide de apresentação da videoaula (direita), Fundamentos da Mecânica dos Fluidos. Disponível no YouTube sobre o link: <https://youtu.be/2TUn7nAy-jc>



Fonte: O Autor (2017).

Devemos destacar que em todos os vídeos fizemos uma introdução ressaltando os objetivos a serem atingidos e um histórico criterioso sobre os temas abordados. Entendemos também que é adequado apresentar uma seleção de quadros que ilustrem fases e aspectos dos experimentos realizados e filmados, a partir dos rastreamentos. A figura 5 exhibe alguns quadros selecionados dos experimentos dos quatro vídeos citados.

Figura 5: Seleção de quadros (slides) de vídeos com os experimentos realizados com enfoque experimental – a) Análise Dinâmica do movimento de corpos no Plano Inclinado e a influência do Atrito; b) Fundamentos de oscilações mecânicas – parte 1; c) Fundamentos de oscilações mecânicas – parte 2; d) Fundamentos de Mecânica dos Fluidos. Determinação da Viscosidade de Fluidos. Detergente, Óleo de soja e Óleo 5W 30.



Fonte: O Autor (2017).

3 CONSTRUÇÃO DOS VÍDEOS

3.1 Escolha do experimento

Tudo tem início na escolha do experimento. Seleccionamos experimentos com processos de execução simples, acessíveis e abrangentes onde professores e alunos pudessem reproduzi-los posteriormente, além de tentarmos conectar elementos presentes no cotidiano com os temas abordados em sala de aula, tendo como objetivo conduzir os estudantes a superar suas

dificuldades de abstração que tanto atrapalham e bloqueiam a aprendizagem dos conteúdos.

As opções de seleção dos experimentos mostraram-se significativas diante das questões lançadas para avaliar os critérios de escolha. Elas permitem construir e reconstruir conceitos, estruturar ideias, conectar teoria e prática e apresentaram possibilidades para introduzir outros estudos que ainda podem ser desenvolvidos, isto é, ampliar o universo de abordagem da videoaula além de promover competências e habilidades para seus protagonistas.

3.2 Descrição dos Experimentos

A fim de descrever os experimentos realizados e tudo que foi previamente definido para a elaboração dos vídeos, decidimos apresentar no quadro 1 a seguir, a estrutura organizacional da descrição dos experimentos, ressaltando o que foi proposto e executado em cada um desses vídeos e os objetivos que foram traçados para cada um dos experimentos.

Preferimos descrevê-los em ordem didática, isto é, da sua aplicação desde os primeiros até os últimos períodos dos cursos, pois achamos interessante apresentá-los em uma ordem de dificuldade crescente, mas também pela frequência de utilização desses temas, a qual parece ser consenso entre a maioria dos professores de Física. A seguir, apresentamos este quadro, com as devidas informações.

Quadro 01: Descrição dos experimentos realizados em ordem didática.

Experimento	Descrição do Experimento	Principais Objetivos
Experimento 1 Análise Dinâmica do movimento de um corpo no Plano Inclinado e a influência do Atrito sobre ele.	O experimento consiste em realizar uma tomada de vídeo do movimento de dois blocos de massas diferentes conectados por um fio através de uma polia fixa, sendo um deles sobre a	- Explorar os conceitos de força, equilíbrio e iminência de movimento. - Mostrar a influência do atrito no deslocamento do bloco apoiado.

	<p>rampa com certo grau de atrito e o outro dependurado. Utilizando os recursos de videoanálise, extrair dados e determinar o coeficiente de atrito dinâmico entre um dos blocos e a rampa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Determinar a equação que relaciona o coeficiente de atrito dinâmico com as massas, com a aceleração da gravidade e a inclinação da rampa. - determinar o coeficiente de atrito dinâmico - Encontrar o erro relativo percentual e apontar as causas possíveis de discrepâncias.
<p>Experimentos 2 e 3:Fundamentos de Oscilações Mecânicas (partes 1 e 2)</p>	<p>O experimento consiste em realizar duas tomadas de vídeo: (a) do movimento de um pêndulo simples de baixa amplitude e (b) de sistemas massa-mola oscilantes na ausência e presença do ar e analisar a oscilação do pêndulo e do sistema massa-mola sem e com amortecimento do sistema. Utilizando os recursos de videoanálise, extrair dados e construir gráficos do movimento pendular e determinar a aceleração da gravidade; e a seguir analisar o amortecimento e encontrar os valores da frequência angular, da constante elástica da mola e</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar os caracteres de movimentos harmônicos simples e amortecido (MHS e MHA) - Apresentar as equações que são próprias do MHS e as inerentes ao MHA (amortecido) e fazer as conexões entre MHS/MHA. - Obter dados para determinar a aceleração da gravidade, via movimento pendular, por meio do período de oscilação do pêndulo simples gravitacional de baixa amplitude; e por meio do ajuste de curvas não linear. - Construir gráficos do deslocamento do elemento móvel e estudar suas propriedades físicas como:

	do coeficiente de amortecimento.	<p>amplitude, frequências linear e angular, período e coeficiente (fator) de amortecimento.</p> <p>– Apresentar e mostrar as interdependências entre amplitude das oscilações e período de oscilação; e da frequência angular de amortecimento com a constante elástica da mola e o coeficiente de amortecimento.</p> <p>- Determinar a frequência angular, a constante elástica do sistema massa-mola e coeficiente de amortecimento.</p>
<p>Experimento 4: Fundamentos de Mecânica dos Fluidos – estudo da Viscosidade.</p>	<p>O experimento consiste em realizar uma tomada de vídeo do deslocamento de uma esfera de aço com diâmetro “D” no interior de uma coluna vertical de um tubo cilíndrico de diâmetro “d” de um viscosímetro preenchido com um líquido (com $D \ll d$) e realizar o estudo da viscosidade absoluta de fluidos bem como sua relação com a sua massa específica e a velocidade terminal da esfera ao longo do seu</p>	<p>- Mostrar características viscosas de alguns fluidos.</p> <p>- Construir os gráficos da velocidade terminal da esfera de aço ao se deslocar no interior da coluna do fluido.</p> <p>- Determinar as equações que conectam a viscosidade e a massa específica do fluido com a velocidade terminal da esfera, para a construção de tabelas com seus valores inter-relacionados.</p>

	deslocamento, cujo movimento é tido a partir daí como aproximadamente uniforme.	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar a lei de Newton da viscosidade com a lei de Stokes e o Número de Reynolds. - Encontrar as viscosidades dos fluidos. - Encontrar o erro relativo percentual nas viscosidades medidas e apontar as causas de possíveis discrepâncias.
--	---	--

Fonte: O Autor (2017).

3.3 Teste do Equipamento

Após a escolha do experimento começam os testes do equipamento. Durante os testes realizamos as adaptações necessárias para que o experimento pudesse ser apresentado da melhor forma possível e que o objeto de estudo recebesse destaque nas futuras filmagens.

O material utilizado na realização das atividades geralmente foi de fácil acesso e quando um material menos acessível foi utilizado (como recursos mais sofisticados próprios dos laboratórios de Física) apresentamos alternativas de outros materiais. Os experimentos foram construídos respeitando-se o uso de materiais e recursos disponíveis no cotidiano de boa parte das pessoas, como esferas (bolinhas) de aço, de mouse, de borracha ou vidro, peças de madeira e do tipo MDF, molas de plástico e de metal, arruelas, polias, barbantes (tipo fio dental) e cordões, bexigas plásticas de festas infantis (bolinhas de encher); réguas, fitas métricas, trenas, blocos de madeira de diversos tipos, líquidos comuns como óleo de soja, óleo mineral lubrificante de motor, detergente líquido, copos de vidro, etc.

A simplicidade do material torna o experimento mais acessível e interessante, uma vez que o fenômeno é facilmente reproduzido e pode fornecer

informações relevantes à exploração de conceitos físicos. Para ilustrar esse processo, tomamos exemplos de referência, os vídeos sobre a Análise Dinâmica do Plano Inclinado e o MHS do Pêndulo Simples Gravitacional que trazem respectivamente nos experimentos, o movimento de um bloco de madeira numa rampa interligado a outro bloco dependurado e o movimento de oscilação de uma bola de mouse num pêndulo simples gravitacional de curta oscilação.

O primeiro experimento traz consigo a possibilidade de analisar a influência do atrito no deslocamento do bloco apoiado sobre a rampa e estudar, a partir daí, os elementos básicos desse assunto, enquanto o segundo utiliza o pêndulo para medir a aceleração da gravidade.

Montamos um aparato experimental onde foram utilizados os seguintes equipamentos:

a) Para a Análise Dinâmica do Plano Inclinado:

1. Rampa de madeira, tipo compensado sobre uma mesa.
2. Roldana e cordas de massas desprezíveis
3. Dois blocos de madeira de diferentes massas, $m_A = 98,06 \text{ g}$; $m_B = 42,27 \text{ g}$, usando uma balança digital de precisão.

b) Para o MHS do Pêndulo Simples:

1. Fio inextensível (tipo fio dental) com comprimento $L = 113,1 \text{ cm}$
2. Esfera de mouse para compor o pêndulo gravitacional simples
3. Bexiga de borracha, do tipo festa de aniversário, para recobrir a esfera de mouse e amarrá-la ao fio pendular.

Em ambos os casos, o aparato comum de filmagem constou dos seguintes equipamentos:

4. Câmera filmadora FULL HD 1080p, 30 fps (*frames per second*).
5. Tripé estabilizador de filmagem mais kit Bastão Self (suporte da câmera e botão acionador via Bluetooth).
6. Software TRACKER (versão 4.94 de 17 de Agosto de 2016) para realizar medidas e ajustes.

3.4 Filmagem (gravação) dos Experimentos

A gravação de cada um dos experimentos desencadeou um processo progressivo e contínuo de aperfeiçoamento para filmagens posteriores e serviu de base para realizar melhoramentos nas futuras 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, Motorola Moto Z Play, Full HD, 1080p e todos os experimentos foram gravados, conforme a necessidade, com a taxa de 30 qps²² (câmera rápida) e/ou 120 qps (câmera lenta) onde qps é uma unidade atribuída à velocidade do filme, que mede em quadros por segundo. Para apoiar e fixar a câmera foi feito o uso de um tripé estabilizador de filmagem profissional, para evitar movimentos de oscilação e trepidação durante a filmagem.

Em nenhuma das filmagens foi necessário utilizar o recurso do ZOOM. Todas as filmagens dos experimentos foram realizadas em ambiente bem iluminado com recursos e estruturas físicas disponíveis, para lhes dar o devido suporte. Assim, o elemento móvel pôde contrastar com o plano de fundo de referência (paredes, azulejos, por ex.) conforme exhibe a figura 6, onde mostramos um quadro de cada um dos experimentos, efetuados para cada videoaula de referência:

Figura 6: Análise Dinâmica do movimento de corpos no Plano Inclinado e a influência do Atrito (esquerda); Movimento Harmônico do Pêndulo Simples Gravitacional (direita)



Fonte: O Autor (2017).

²² qps : taxa de velocidade de filmagem em quadros por segundo. Também pode ser expressa como fps, isto é, *frames per second*.

Devemos observar que em todos os casos foram utilizados instrumentos com escala própria como medidas de referência. A utilização desses instrumentos teve o intuito de facilitar a compreensão da conversão da escala real para a virtual.

3.5 Utilização do TRACKER

A partir das tomadas de vídeo, o aplicativo Tracker realizou análises das grandezas observáveis de cada um dos experimentos. Para “traquear” (rastrear) os vídeos, foram obedecidas as seguintes etapas no processo:

- a) Primeiramente foi utilizada a ferramenta de calibração de escala dos pixels nas dimensões gerais do equipamento, necessárias para a obtenção de dados no processo de finalização de tabelas, gráficos e resultados.
- b) A seguir foi estabelecido o sistema de coordenadas, informando os valores correspondentes das medidas de referência e foi feita a determinação da posição do elemento móvel (ponto de massa) quadro a quadro, para a qual utilizamos os valores. Ressaltando que os vídeos escolhidos como referência foram sobre a Análise dinâmica do plano inclinado e sobre o MHS do pêndulo simples, temos abaixo a figura 7 que exibe essas ações no processo.

Figura 7 - Representação da medida de referência, do sistema de coordenadas e do elemento móvel do experimento. Plano Inclinado com atrito (esquerda); Oscilações no Pêndulo simples em MHS (direita).



Fonte: O Autor (2017).

- c) As filmagens realizadas em câmera normal (ou rápida) e em câmera lenta (*slow motion*) foram analisadas no aplicativo *TRACKER*, com a velocidade de filmagem das câmeras, medida em qps.
- d) O espaçamento temporal entre os *frames* é obtido a partir da inversão da taxa de *frames* da filmagem; assim, por exemplo, se temos uma filmagem realizada a 30 fps, então o espaço temporal é de (1/30) do segundo.
- e) Também foram eleitos pontos de massa, identificados por (massa A, massa B, etc.) para começar o rastreamento (*tracking*) do objeto móvel.
- f) Foram delimitadas as posições do primeiro e do último frame para a tomada do vídeo e dado início ao processo de rastreamento de pontos, que pode ser feito de forma automática ou manual, ponto a ponto (*step by step*), na maioria das vezes.
- g) Ao término do rastreamento, foram escolhidas, no menu do aplicativo, as grandezas a serem estudadas e através da vídeo-análise, foram obtidas as tabelas e os gráficos a elas associados. Isto pode ser mostrado nas figuras 8A e 8B, a seguir:

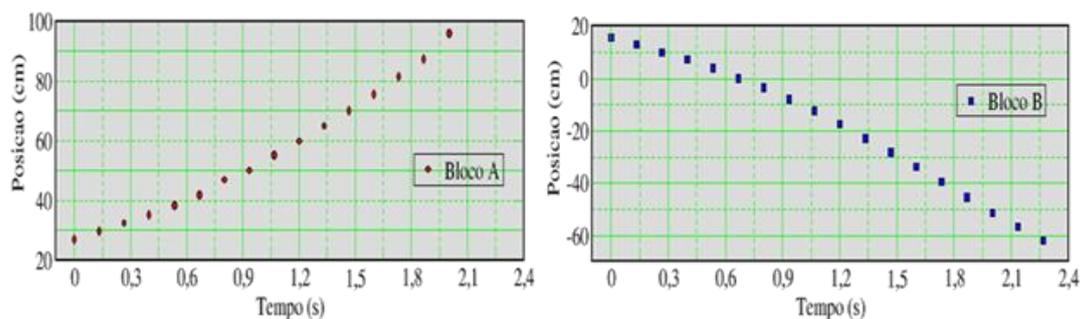
Figura 8A: Representação das tabelas geradas com o rastreamento dos objetos móveis

Dados Bloco A			Dados Bloco B		
step	t	r	step	t	y
0	0,000	26,86	0	0,000	15,61
1	0,133	29,58	1	0,133	13,09
2	0,267	32,31	2	0,267	10,04
3	0,400	35,10	3	0,400	7,411
4	0,534	38,24	4	0,534	3,942
5	0,667	41,83	5	0,667	5,149E-2
6	0,800	46,82	6	0,800	-3,523
7	0,934	49,90	7	0,934	-7,832
8	1,067	55,09	8	1,067	-12,25
9	1,200	59,77	9	1,200	-17,29
10	1,334	64,77	10	1,334	-22,96
11	1,467	70,20	11	1,467	-28,29
12	1,601	75,63	12	1,601	-33,68
13	1,734	81,39	13	1,734	-39,37
14	1,868	87,38	14	1,868	-45,44
15	2,001	95,92	15	2,001	-51,44
			16	2,134	-56,60
			17	2,268	-62,09

Fonte: O Autor (2017).

Das tabelas são gerados os gráficos correspondentes:

Figura 8 B: - Representação dos gráficos gerados com o rastreamento dos objetos móveis



Fonte: O Autor (2017).

h) Obtidos os gráficos e tabelas, foram realizadas as análises dos dados e obtida a coleta de resultados das medidas das grandezas envolvidas. Em seguida foi feita a confrontação do experimento com a teoria associada para verificar se houve correspondência e coerência ou se ocorreu alguma discrepância significativa nos valores encontrados.

i) No caso específico do experimento do plano inclinado, com o uso dos resultados experimentais da posição em função do tempo, com algumas considerações físicas, determinamos as acelerações (supostamente constantes) dos blocos de forma conveniente, procurando uma função de segundo grau que melhor se adequasse aos nossos dados experimentais. Os coeficientes (A_0 , A_1 , A_2), puderam ser facilmente determinados por uso de um algoritmo³ de ajuste de curvas não lineares com o método dos mínimos quadrados⁴ aplicado aos nossos dados experimentais.

j) Entre os aplicativos já desenvolvidos para este fim, como *Tracker*, *Matlab/Octave*, *Grace*, *Origin*, *Mathematica*, *Maple*, entre outros, utilizamos o *Tracker* para calcular estes coeficientes.

k) O ajuste de curvas não lineares por uso do método dos mínimos quadrados obteve no caso do plano inclinado, os resultados mostrados na figura 10, os

³ Sequência finita de regras, raciocínios ou operações que, aplicada a um número finito de dados, permite solucionar classes semelhantes de problemas

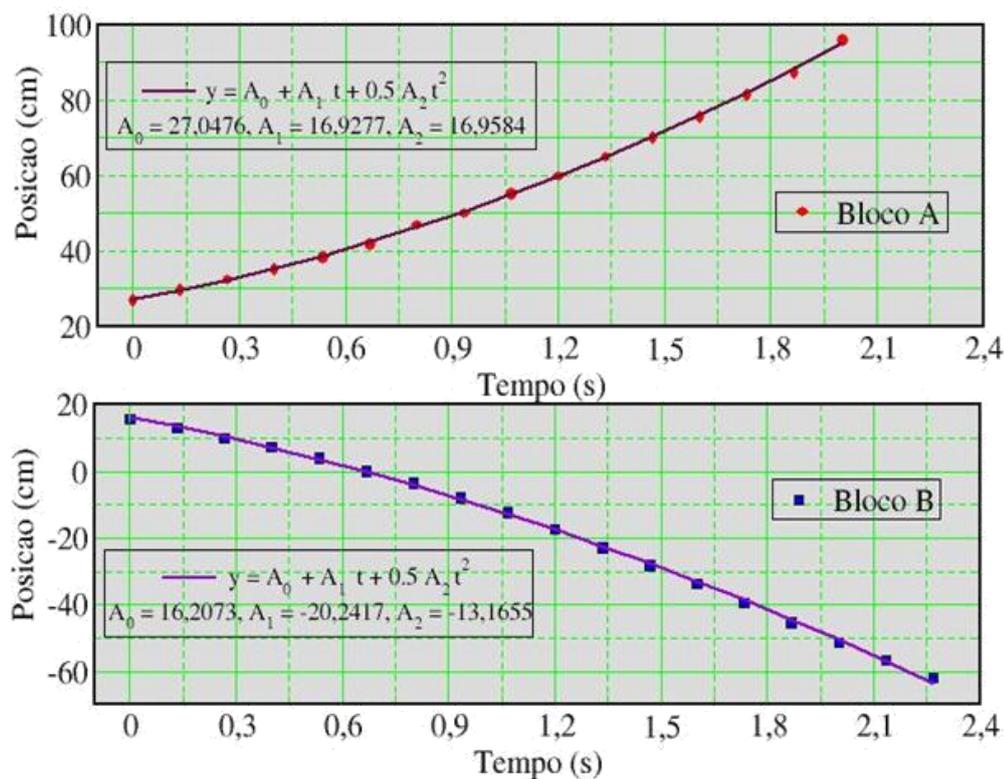
⁴ Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), é uma técnica de otimização matemática que procura encontrar o melhor ajuste para um conjunto de dados, tentando minimizar a soma dos quadrados das diferenças entre o valor estimado e os dados observados. (BURDEN, FAIRES, 2013).

coeficiente A_2 , de cada função, traz a aceleração obtida: 1. Medida no Bloco A: $a_A = 16,9584 \text{ cm/s}^2$ e 2. Medida no Bloco B: $a_B = 13,1655 \text{ cm/s}^2$.

l) Já no caso do oscilador harmônico do Pêndulo Simples, utilizamos o recurso de videoanálise, para extrair dados e construir gráficos do movimento pendular e determinar a aceleração da gravidade.

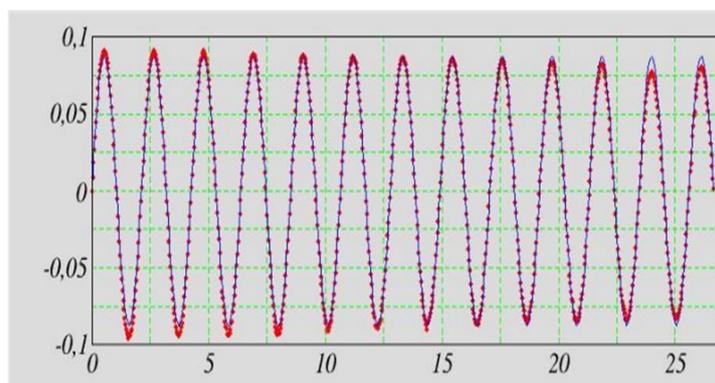
m) O ajuste de curvas não lineares por uso do método dos mínimos quadrados permitiu obter para o caso do plano inclinado, os resultados mostrados na figura 9 a seguir e construir gráficos do movimento pendular e determinar a aceleração da gravidade, extraídos dos resultados mostrados na figura 10.

Figura 9 - Representação dos gráficos e funções gerados do rastreamento dos objetos móveis, indicando os coeficientes obtidos.



Fonte: O Autor (2017).

Figura 10 - Representação do gráfico: Amplitude (deslocamento angular) x tempo e função gerada com o rastreamento do objeto móvel, indicando os coeficientes e parâmetros obtidos.



$l = 113,1 \pm 0,1 \text{ cm}$
$A_0 = \theta_0 = 0,0872676 \text{ rad}$
$A_1 = \omega = 2,94558 \text{ rad/s}$
$A_1 = \phi = -1,5324 \text{ rad}$
$T = 2\pi/\omega = 2,1331 \text{ s}$

Fonte: O Autor (2017).

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS EXPERIMENTOS

As análises das filmagens e gravações dos experimentos foram cuidadosas. Elas justificam e unem as demais partes do vídeo. Das análises e discussões surgem as conexões da teoria com a prática, bem como a possibilidade de explorar outros conceitos e abordar diversos conteúdos.

Para entender melhor as análises e discussões promovidas, as separamos vídeo por vídeo, que assim passam a integrar o corpo de cada editor de slides (*LibreOffice*), ou seja, de cada editor de dispositivos que projetam quadros inanimados (inclusive em sala de aula), que ao final, se transformam em cada videoaula onde desenvolvemos efetivamente os temas escolhidos para integrar o trabalho.

Assim a abordagem dos conteúdos toma a forma de videoaula cuja estrutura passou pelas diversas etapas de montagem, criação, filmagem, gravação, descrição, execução, análises, edição e finalização dos experimentos. Tendo sido concluídas, já podem ser revisadas na sua versão final e a partir daí, serem utilizadas pelo professor para apresentação aos alunos no ambiente de sala de aula ou extraclasse procurando provocar, discutir e analisar o tema em foco, confrontar e comparar resultados e tirar conclusões.

1º. Caso: Na videoaula do plano inclinado, a discussão com respeito aos resultados, pode ser relatada a seguir:

Feita a determinação experimental do coeficiente de atrito dinâmico da rampa com o bloco A, podemos compará-lo com o que calculamos teoricamente, ou seja, o coeficiente de atrito dinâmico da rampa com o bloco A por uso das leis da mecânica clássica e obtemos a expressão para “ μ ” e a tabela com nossos dados experimentais:

$a_A = 16,9584 \text{ cm/s}^2$
$a_B = 13,1655 \text{ cm/s}^2$
$\alpha = 14,3^\circ$
$m_A = 98,06 \text{ g}$
$m_B = 42,27 \text{ g}$
$g = 981 \text{ cm/s}^2$

$$\mu = \frac{m_B}{m_A \cos \alpha} - \frac{(m_A + m_B) a}{m_A g \cos \alpha} - \tan(\alpha)$$

Em nosso desenvolvimento teórico afirmamos que $a_A = a_B$ para obtermos o resultado acima, de forma que no nosso experimento, calculamos $a_A \neq a_B$.

Perguntas:

1. A teoria está errada?
2. Calculamos erradas as acelerações? Elas devem ser as mesmas?
3. Qual o valor da aceleração que devemos utilizar?

Especulando possíveis respostas “óbvias” de alguns alunos apressados, podemos imaginar que possam ter chegado às seguintes conclusões:

Aluno 1 - Sim, a teoria está errada.

Aluno 2 - O atrito é do bloco A com a rampa. Devo usar a aceleração desse bloco

Aluno 3 - Não posso utilizar a mesma aceleração na teoria e vou ter que recalculá-la tudo novamente.

Aluno 4 - Não deu! ...o experimento falhou!

Analisando de forma mais contextualizada, podemos afirmar que:

- a) Teorias são modelos de representação da realidade e assim não podemos ter todos os parâmetros expressos na teoria. Assim toda teoria é a MENOR representação satisfatória da realidade.
- b) A realidade não necessita se adequar a teoria, e sim o contrário; a teoria só é válida quando ela reproduz em um mínimo satisfatório a realidade física.

c) Nosso reducionismo é sempre fonte de incertezas e isso se reflete na prática, em uma margem de erros. Em termos do nosso experimento,

I) Nossa teoria garante que as acelerações são iguais, se e somente se, a corda permanece sempre com tração constante e ela não seja elástica. Então, observa-se que isso não é verdade no experimento.

II) O bloco B ao longo do seu deslocamento não se mantém no eixo y. Logo temos como justificar a diferença de aceleração entre os blocos.

Respostas:

1. A teoria está errada? Não. Está e sempre estará limitada.
2. Calculamos as acelerações de forma errada? Elas devem ser as mesmas? Calculamos corretamente e elas não devem ser as mesmas.
3. Qual o valor da aceleração que devemos utilizar? Podemos usar as duas e nos valermos de médias e padrões de erros de medidas.

Calculando o valor do coeficiente de atrito dinâmico usando as duas acelerações, encontramos $\mu_A = 0,1644$ e $\mu_B = 0,1701$. Consideraremos que o melhor valor para a medida do coeficiente de atrito dinâmico seja dado por:

$$\mu = \mu_{\text{medio}} \pm \text{erro} \quad \text{ou ainda}$$

$$\mu = \frac{(\mu_B + \mu_A)}{2} \pm \frac{(\mu_B - \mu_A)}{2} = 0.1672 \pm 0.002 = 0.1672 \pm 1.71 \%$$

O que nos assegura uma boa medida final para o valor provável esperado e que o experimento transcorreu dentro da normalidade e da tolerância de erro suportável.

2º. Caso: Na videoaula sobre Fundamentos de Oscilações Mecânicas, Parte 1, destacamos o estudo do movimento harmônico no pêndulo simples gravitacional para fazer a determinação da aceleração da gravidade local (na cidade de Recife) e a discussão a respeito dos resultados, pode ser relatada a seguir:

Calculamos seu valor a partir dos dados obtidos na tabela colhida dos dados experimentais fornecidos pelo algoritmo de ajuste de curvas não lineares com o método dos mínimos quadrados:

$$\omega^2 = g / l \Rightarrow g = \omega^2 \cdot l = (2,94558 \text{ rad/s})^2 \times (113,1 \pm 0,1 \text{ cm})$$

$$g = (981,3 \pm 0,3) \text{ cm/s}^2$$

Na cidade de Recife / PE, a estimativa do valor padrão para a gravidade é dado por:

$$g_{\text{rec}} = 978,0327 \times [1 + 0,0053024 \times \sin(2\varphi)] \text{ cm/s}^2$$

onde $\varphi = -8^\circ 03' 14'' \approx 8,0089^\circ$, sendo a latitude de Recife

$$\text{Temos: } g_{\text{rec}} = 978,13 \text{ cm/s}^2$$

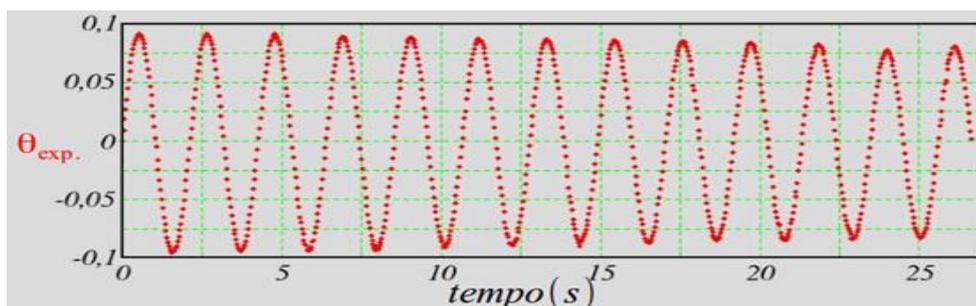
Sendo $g = (981,3 \pm 0,3) \text{ cm/s}^2$ (valor experimental)

Logo podemos calcular o desvio padrão:

$$\text{Desvio padrão} = |g - g_{\text{rec}}| / g_{\text{rec}} \times 100 = |981,3 - 978,1| / 978,1 \times 100 \approx 0,3\%$$

Outra forma mais simples de calcular a aceleração da gravidade com este experimento é medindo a partir do gráfico θ versus tempo, mostrado na figura 11, o intervalo de tempo de certo número de períodos T' . Vejamos o intervalo de tempo de 12 períodos:

Figura 11- Representação do gráfico: Amplitude (deslocamento angular) x tempo



Fonte: O Autor (2017).

$$T' = \Delta t / N \Rightarrow \Delta t = 25,60 \text{ s}, N = 12 \Rightarrow T' = 25,60 / 12 \Rightarrow$$

$$T' = 2,13 \text{ s} \Rightarrow \omega' = 2\pi / T' \Rightarrow \omega' = 2,94 \text{ rad/s}$$

Calculando a aceleração da gravidade a partir dos dados obtidos:

$$g' = \omega'^2 \cdot l \Rightarrow g' = (2,94 \text{ rad/s})^2 \times 2 \cdot (113,1 \pm 0,1 \text{ cm}) \Rightarrow$$

$$g' = (977,6 \pm 0,9) \text{ cm/s}^2$$

Calculando o desvio padrão:

$$\text{Desvio padrão} = |g' - g_{\text{rec}}| / g_{\text{rec}} \times 100 = |977,6 - 978,1| / 978,1 \times 100 \approx 0,05\%$$

Observe que:

1. Os dois métodos produzem resultados excelentes com relação ao desvio padrão.
2. O segundo método apesar de apresentar um desvio padrão menor que o primeiro, possui uma margem de erro 3 vezes maior, ou seja, é um método menos preciso.

5. APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

No caso do nosso trabalho planejamos a realização de todo o processo em aulas geminadas semanais e escolhemos como procedimento geral, aplicar o produto educacional iniciando por investigar desde o conhecimento prévio dos alunos sobre os temas propostos partindo do senso comum, até a coleta de resultados das avaliações realizadas e o procedimento das análises e conclusões, com a execução de quatro etapas, as quais compuseram a estrutura das atividades necessárias a serem desenvolvidas. No corpo da dissertação, no cap. 3, item 3.2, a partir da pag. 54, relatamos detalhadamente a metodologia empregada nas atividades.

A sequência de atividades realizadas foi:

- (a) Aulas 1 e 2 - Aplicação de um questionário pré-aplicativo.
- (b) Aulas 3 e 4 – Apresentação das videoaulas
- (c) Aulas 5 e 6 – Aplicação de um questionário pós-aplicativo.
- (d) Aulas 7 e 8 – Avaliação e análise sobre a aplicação do processo

5.1 – Na primeira etapa (a), foi apresentado a cada grupo de estudantes das turmas selecionadas, um questionário pré-aplicativo para ser respondido antes da aplicação da videoaula a respeito do tema escolhido.

5.2 – Na segunda etapa (b), foi realizada a execução da videoaula com a proposta de inserção didática e seus detalhes, onde constam os conceitos, as

provocações, as propriedades físicas e atividades experimentais a que o trabalho se propõe.

5.3 – Na terceira etapa (c), apresentamos a 2ª parte do questionário, após a exposição da videoaula, ou seja o pós-aplicativo, para observar se houve alteração nos paradigmas do ponto de vista do aluno sobre o tema apresentado, seja no sentido de evolução ou regressão de seus conhecimentos bem como testar a eficácia do processo diante dos resultados que foram coletados sobre desempenho e habilidades adquiridos ou não, pelos estudantes em relação ao que foi apresentado e trabalhado no experimento.

5.4 – Na quarta e última etapa (d), foi aplicada uma avaliação de desempenho sobre o procedimento mostrado e coletados os resultados para uma posterior análise.

A duração da atividade completa, em cada turma, desde a exposição do questionário pré - aplicativo até a realização da avaliação foi de oito aulas. Os questionários estão apresentados ao final do relatório de resultados no corpo da dissertação, na seção 3.5 do capítulo 3, onde são mostrados detalhadamente os dados colhidos com os alunos das turmas selecionadas, a respeito do seu conhecimento prévio sobre o tema e os resultados obtidos após a realização das atividades com o produto educacional proposto, o que constitui conhecimento agora adquirido.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No capítulo 3 abordamos a comparação entre a aula tradicional e a videoaula como aplicação do produto educacional em sala, onde apresentamos os relatórios nos quais se encontram todos os dados dos resultados obtidos.

Para nossa satisfação, em todas as turmas em que foi aplicada cada uma das videoaulas do produto educacional construído, as mesmas se mostraram úteis e eficientes, visto que a partir dos relatórios compilados, foi possível observar uma nítida evolução no processo de ensino-aprendizagem, com percentuais significativos na melhoria de desempenho e obtenção de conhecimentos por parte dos estudantes, diante dos resultados encontrados.

Esses relatórios e seus respectivos resultados se encontram disponíveis na seção 3.4 do capítulo 3 no corpo da dissertação. Com isto, esperamos reduzir os índices de retenção e reprovação em Física no IFPE – Caruaru, uma vez que estes aspectos motivaram a elaboração deste produto educacional.

REFERÊNCIAS

BURDEN, Richard L., FAIRES, J. Douglas. Análise Numérica, 8ª ed. Ed. Cengage Learning, São Paulo, 2013.

De JESUS, Vítor L.B., **Experimentos e videoanálise - dinâmica**/ Vítor L.B. de Jesus. 1ªed., São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.