

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FORMAÇÃO CIENTÍFICA,
EDUCACIONAL E TECNOLÓGICA**

GIULIO DOMENICO BORDIN

**POTENCIALIDADES DE USO DO SOFTWARE DE VIDEOANÁLISE
TRACKER NO ENSINO DE FÍSICA.**

DISSERTAÇÃO

**CURITIBA
2020**

GIULIO DOMENICO BORDIN

**POTENCIALIDADES DE USO DO SOFTWARE DE VIDEOANÁLISE
TRACKER NO ENSINO DE FÍSICA.**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para a obtenção do título de “Mestre” – Linha de Pesquisa: Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências.

Professor Orientador: Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Junior

CURITIBA
2020

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação e o seu respectivo Produto Educacional estão licenciados sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Bordin, Giulio Domenico

Potencialidades de uso do software de videoanálise *Tracker* no ensino de física [recurso eletrônico] / Giulio Domenico Bordin. -- 2020.

1 arquivo eletrônico (106 f.): PDF; 7,23 MB.

Modo de acesso: World Wide Web.

Texto em português com resumo em inglês.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. Área de Concentração: Ensino, Aprendizagem e Mediações. Linha de Pesquisa: Mediações por Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências e Matemática, Curitiba, 2020.

Bibliografia: f. 87-92.

1. Ciência - Estudo e ensino - Dissertações. 2.Tracker (Software). 3. Física - Estudo e ensino (Ensino médio). 4. Física experimental. 5. Vídeo digital. 6. Vídeo interativo. 7. Prática de ensino. 8. Professores de ciência - Formação. 9. Tecnologia educacional. 10. Recursos educacionais abertos. 11. Tecnologia da informação. I. Bezerra Junior, Arandi Ginane, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica. III. Título.

CDD: Ed. 23 -- 507.2

Biblioteca Central do Câmpus Curitiba - UTFPR
Bibliotecária: Luiza Aquemi Matsumoto CRB-9/794

TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº 07/2020

A Dissertação de Mestrado intitulada: **Potencialidades de uso do software de videoanálise Tracker no Ensino de Física**, defendida em sessão pública pelo candidato **Giulio Domenico Bordin**, no dia 17 de julho de 2020, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Formação Científica, Educacional E Tecnológica, área de concentração: Ensino, Aprendizagem e Mediações, linha de pesquisa: Mediações por tecnologias de informação e comunicação no ensino de ciências e matemática, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional E Tecnológica.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Jr - Presidente - UTFPR

Prof^a. Dr^a. Ordiney Maciel Guimarães - UFPR

Prof. Dr. Marcos Antonio Florczak - UTFPR

Prof. Dr. Jorge Alberto Lenz - UTFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

Curitiba, 17 de julho de 2020.

AGRADECIMENTOS

Este mestrado é fruto de muita dedicação, trabalho, estudo, superação e abdicção, que sozinho certamente não conseguiria realizá-lo. Foram diversas pessoas que me ajudaram a trilhar esse caminho e para não cometer injustiças não vou relacioná-las com o perigo de esquecer de alguém.

Mas gostaria de dedicar especialmente:

- Minha família, que acreditou em mim, que me forneceu suporte emocional e estrutural para que eu pudesse realizar meu sonho!

- Aos meus amigos e professores do PPGFCET, com quem tive a honra e prazer de compartilhar diversos momentos.

- A duas pessoas que foram essenciais para trilhar esse caminho: o Mestre Luciano Lobo, que foi quem me motivou a entrar na UTFPR, me mostrou o caminho das pedras e tivemos o prazer de trabalharmos juntos por muito tempo e a minha amiga Karyne Souza, ingressante de 2018 do PPGFCET que me deu todo suporte de forma espontânea e sincera no início do mestrado, sempre atenciosa, que me fez um bom discente e que hoje se tornou uma grande amiga com quem almejo trabalhar durante muitos e muitos anos.

Gostaria de agradecer também à banca composta pela Dr^a Orliney Guimarães, Dr. Marcos Florczak e o Dr. Jorge Alberto Lenz, pela disponibilidade e importante contribuição para o meu crescimento como pesquisador.

E um agradecimento especial a pessoa que fez esse sonho possível, que acreditou em mim, que se comprometeu comigo, que foi meu amigo, meu ouvinte e em muitos momentos em que pensei em desabar, ele me disse, acredite, você está fazendo um ótimo trabalho, ao meu Amigo, com “A” maiúsculo, professor Orientador Arandi, que foi o responsável por tudo acontecer, eu me fiz instrumento da sabedoria dele e espero sinceramente ter proporcionado orgulho, pois o meu comprometimento com ele, foi maior ou superior ao comprometimento que tinha com o meu próprio pai, pois muitas vezes o considerei como exemplo igual.

Que Deus abençoe todos aqueles que aqui se fizeram presente e puderam contribuir de alguma forma com seu conhecimento e continuem proporcionando alegria na vida daqueles que o cercam.

RESUMO

A experimentação no ensino de Física é uma prática restrita a escolas com laboratórios mais estruturados, pois demanda um poder aquisitivo alto, dados os custos elevados para montagem e manutenção desses espaços dedicados. Um cenário alternativo nasce da utilização da criatividade dos próprios professores – aliada a projetos desenvolvidos nos grupos de pesquisa em ensino – quando se deparam com escolas sucateadas ou com pouca estrutura. Neste contexto, o presente trabalho visa à utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) como meio de construção do conhecimento em sala de aula e, mais especificamente, tem foco no uso da videoanálise com o *software Tracker* para inspirar e fomentar atividades e espaços de laboratório didático e experimentação no ensino. Este projeto visa à criação de oficinas de ensino de videoanálise para professores de Física e de ciências, apresentando as potencialidades de uso do *Tracker*. A metodologia da pesquisa tem uma abordagem qualitativa e sua natureza é de uma pesquisa aplicada. A proposta das oficinas foi construída a partir de uma revisão sistemática de literatura referente ao tema videoanálise. Daí optou-se pela realização de sequências didáticas experimentais de Física, baseadas na utilização da videoanálise com o *Tracker*, na modalidade presencial, com carga horária variável entre quatro e doze horas de duração. Os materiais desenvolvidos para as oficinas constituem o produto do presente mestrado. Além disso, para acompanhamento e validação da proposta, foram organizadas discussões em grupo e questionários, que foram analisados com o intuito de aprofundar a reflexão e de aperfeiçoar o trabalho.

Palavras-chave: Videoanálise. *Tracker*. Ensino de Física. Experimentação.

ABSTRACT

Experimentation in the teaching of physics is a practice restricted to schools with more structured laboratories, as it demands high financial resources, given the costs for setting up and maintaining these dedicated spaces. An alternative scenario arises from the use of the teachers' own creativity - combined with projects developed in the scenario of research groups working in science education - when faced with scrapped schools or with little structure. In this context, this work aims at using Digital Information and Communication Technologies (DICT) focusing on the use of video analysis with the software *Tracker* to inspire and to foster the development of activities and spaces for experimentation in physics teaching. The goal of the project is to create video analysis teaching workshops for physics and science teachers with focus on *Tracker*. The research methodology applied is based on a qualitative approach which characterizes an applied research. The workshop proposal was developed after a systematic literature review on the topic of video analysis. Thus, didactic sequences in experimental physics were created, based on the use of video analysis with *Tracker*, to support in-person workshops in a series of encounters, totaling four to twelve hours. The didactic materials developed for the workshops constitute the product of this master's thesis. In addition, to monitor and validate the proposal, group debates and questionnaires were organized to deepen the discussion of the research and improve the work.

Keywords: Video analysis. *Tracker*. Physics teaching. Experimentation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – COMPUTADOR KENBAK-1	16
FIGURA 2 – ESQUEMA DE MONTAGEM DO PROJETO RIPE: GOTA EM ÓLEO PARA MRU	24
FIGURA 3 – SIMULAÇÃO EM JAVA – PLANO INCLINADO	27
FIGURA 4 – SIMULAÇÃO EM JAVA – PÊNDULO	27
FIGURA 5 – SIMULAÇÃO EM LABVIRT	28
FIGURA 6 – ATIVIDADE DE POTÊNCIA ELÉTRICA – FÍSICA EMILIO.....	30
FIGURA 7 – TRACKER: TELA INICIAL.....	32
FIGURA 8 – VIDEOPOINT.....	36
FIGURA 9 – LOGGER PRO.....	36
FIGURA 10 – VIDANALYSIS	37
FIGURA 11 - DEMONSTRAÇÃO GRÁFICA DA TABELA 7, REFERENTE À TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO DAS PESQUISAS SOBRE O TEMA “VIDEOANÁLISE”.....	49
FIGURA 12 - DEMONSTRAÇÃO GRÁFICA DA TABELA 8, PARA IDENTIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS EM QUE PESQUISAS SOBRE VIDEOANÁLISE TÊM SIDO PUBLICADAS NO BRASIL.	50
FIGURA 13 – HIERARQUIA DE MENUS	52
FIGURA 14 – LISTA DE ASSUNTOS.....	53
FIGURA 15 - CADASTRO DE FONTES E ARTIGOS.....	53
FIGURA 16 – PAINEL DE DADOS.....	54
FIGURA 17 – DRAFT (EM CAD) DO EXPERIMENTO	66
FIGURA 18 – FOTO DA PISTA MONTADA	67
FIGURA 19 – TRECHOS DE PISTA DE 30CM COM CONECTORES.....	68
FIGURA 20 – SUPORTE PARA FIXAÇÃO DA PISTA EM INCLINAÇÃO.....	68
FIGURA 21 – TELA DO TRACKER REPRESENTATIVA DE UM EXPERIMENTO INTEGRADOR	70
FIGURA 22 - EXPERIMENTO INICIAL QUEDA LIVRE	75
FIGURA 23 - FERRAMENTA DE DADOS - TRACKER - QUEDA LIVRE.....	76
FIGURA 24 - EXPERIMENTO ANÁLISE DE VISCOSIDADE.....	78
FIGURA 25 - MOVIMENTO CIRCULAR.....	80
FIGURA 26 - EXEMPLO DE GRÁFICO MCU.....	80
FIGURA 27 - EXPERIMENTO MOVIMENTO HARMÔNICO AMORTECIDO	82
FIGURA 28 - METAS DE USABILIDADE [DENTRO DO CÍRCULO] E METAS DE EXPERIÊNCIA [SOBRE A CIRCUNFERÊNCIA]	85

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - ARTIGOS ENCONTRADOS RELACIONADOS A CATEGORIA - PROPOSTA DE ATIVIDADES DIDÁTICAS.....	39
TABELA 2 - DESCRITORES DOS ARTIGOS REFERENTES A TABELA 1.....	40
TABELA 3 - DISSERTAÇÕES/ARTIGOS ENCONTRADOS RELACIONADOS A CATEGORIA - PROPOSTA DE ATIVIDADES DIDÁTICAS COM APLICAÇÃO EM SALA DE AULA.....	42
TABELA 4 - DESCRITORES REFERENTE AOS REGISTROS DA TABELA 3.....	44
TABELA 5 - DISSERTAÇÕES/ARTIGOS ENCONTRADOS RELACIONADOS A CATEGORIA - UTILIZAÇÃO DO <i>TRACKER</i> PARA FINS NÃO DIDÁTICOS.....	46
TABELA 6 - DESCRITORES REFERENTE AOS REGISTROS DA TABELA 5.....	47
TABELA 7 - ARTIGOS E DISSERTAÇÕES.....	49
TABELA 8 - QUANTITATIVOS POR FONTE DE PESQUISA (FONTE: AUTORES)	50
TABELA 9 - PROPOSTA DE OFICINA DESENVOLVIDA.....	63
TABELA 10 - CRITÉRIOS OPERACIONAIS PROPOSTOS POR CHAPANIS, SHACKEL E NIELSEN	84

LISTA DE SIGLAS

BNCC – Base Nacional Curricular Comum
DCN – Diretriz Curricular Nacional
DCE – Diretriz Curricular Estadual
GED – Gestão Eletrônica de Documentos
OA. – Objetos de Aprendizagem
PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
REA – Recurso Educacional Aberto
TIC – Tecnologia da Informação e Comunicação
TDIC – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 OBJETIVO GERAL.....	14
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
2 O USO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA.....	15
2.1 O CONCEITO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO, SUAS TERMINOLOGIAS.....	15
2.2 CONCEITO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM E RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS NO CONTEXTO DAS TIC.....	25
2.2.1 OBJETOS DE APRENDIZAGEM.....	25
2.2.2 RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS.....	28
2.3 A VIDEOANÁLISE, O <i>TRACKER</i> E SOFTWARES SEMELHANTES.....	31
2.3.1 ALTERNATIVAS AO <i>TRACKER</i>	34
2.4 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE O USO DO SOFTWARE DE VIDEOANÁLISE <i>TRACKER</i>	37
2.4.1 CONFECÇÃO DO CATÁLOGO WEB COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DOCUMENTAL.....	51
2.5 O USO DAS TIC NO ENSINO DE FÍSICA DE ACORDO COM OS DOCUMENTOS OFICIAIS.....	55
3 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA	58
3.1 NATUREZA DA PESQUISA.....	58
3.2 PROPOSTA DE TRABALHO DESENVOLVIDA.....	59
3.3 CONTEXTO E COLABORADORES DA PESQUISA.....	61
3.4 INSTRUMENTOS DE CONSTITUIÇÃO DE DADOS	61
3.5 PROPOSTA DE OFICINAS DE ENSINO DE VIDEOANÁLISE, UTILIZANDO O <i>TRACKER</i> , PARA PROFESSORES.....	62
3.6 VALIDAÇÃO DA PROPOSTA.....	64
3.7 PROPOSTA DIDÁTICA DE UM EXPERIMENTO INTEGRADOR E INOVADOR UTILIZANDO O <i>TRACKER</i>	65
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	73
4.1 OFICINA DE VIDEOANÁLISE UTILIZANDO O <i>TRACKER</i>	73
4.1.1 EXPERIMENTO SOBRE QUEDA LIVRE.....	75
4.1.2 EXPERIMENTOS PROPOSTOS PELOS PARTICIPANTES DA OFICINA.....	77
4.1.3 EXPERIMENTO DE ANÁLISE DE VISCOSIDADE	77
4.1.4 EXPERIMENTO DE ANÁLISE DO MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME.....	79
4.1.5 EXPERIMENTO DO MOVIMENTO HARMÔNICO AMORTECIDO	81
4.2 VALIDAÇÃO DO USO DO <i>TRACKER</i> PARA O ENSINO DE FÍSICA	83
4.2.1 USABILIDADE DO SOFTWARE E DIFICULDADES DE OPERAÇÃO	83
4.2.2 CONCLUSÕES SOBRE A OFICINA APLICADA	89
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	91
5.1 TRABALHOS FUTUROS	92
REFERÊNCIAS.....	94
APÊNDICE.....	100

1 INTRODUÇÃO

A Tecnologia da Informação (TI) focada no Ensino não é o futuro e sim o presente. Foi esta ideia que motivou o autor deste projeto a ingressar no PPGFCET. Iniciou sua formação acadêmica em 2002 nas Faculdades Integradas Espírita no curso de Bacharelado em Física, com ênfase em Astronomia, e dois anos depois transferiu-se para a Universidade Federal do Paraná, onde permaneceu até o ano de 2006.

Em 2004, ingressou como professor substituto na rede estadual de Ensino, na qual atuou nos anos de 2005, 2008, 2013, 2014, 2016, 2019 e durante esta trajetória observou de forma ativa o estado de diversos laboratórios de Física, pois em diversos momentos não havia um lugar adequado para execução dos experimentos, tendo que realizá-los em sala de aula, mas todos eles possuíam laboratórios de informática, então, vislumbrou uma oportunidade de buscar ferramentas TIC para suprir essa necessidade.

Em 2009, iniciou seus estudos em Análise e Desenvolvimento de Sistemas pela Universidade Tuiuti do Paraná, permanecendo até 2013, tendo cursado posteriormente especializações em Educação Profissional, além de algumas nas áreas de Gestão Estratégica, Administração e Finanças.

Hoje, permanece como professor de Engenharia do Centro Universitário Facear, além de professor em outras instituições de ensino superior e pré-vestibular.

Ao procurar um programa de mestrado, tinha em mente que gostaria de mesclar suas duas formações, foi onde encontrou o PPGFCET, mais especificamente a linha de pesquisa Mediações por Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Ciências e Matemática.

Após aprovação no processo seletivo do PPGFCET, no primeiro encontro de orientação, ainda no ano de 2018, foi apresentado ao software de vídeoanálise *Tracker* e o mais importante, pode perceber que a UTFPR é um dos polos de pesquisa de referência sobre o *Tracker* no país.

Após o início das aulas, o autor iniciou uma revisão sistemática da Literatura do *Tracker* em fontes bibliográficas nacionais e internacionais, o que possibilitou uma imersão no assunto, a elaboração de diversos apontamentos e uma abertura para diversas possibilidades referentes à pesquisa.

A videoanálise constitui ferramenta que permite ao professor a elaboração de atividades experimentais compatíveis com o tempo didático da sala de aula e afins às diretrizes curriculares de aulas de Ciências e de Física, abarcando os anos finais do Ensino Fundamental, o Ensino Médio e mesmo o Superior.

Por meio da vídeoanálise, pode-se estudar, com viés experimental, os mais diversos assuntos envolvendo o movimento, desde o campo da Mecânica (movimento parabólico, leis de Newton, conservação do momento e da energia, etc.) até aspectos referentes à Ótica e à Física Moderna (difração da luz, difração de elétrons, lâmpadas espectrais, etc.).

Para isso, deve-se dispor de câmeras fotográficas ou câmeras de telefones celulares e computadores – ubiquamente presentes nas escolas e lares e que demandam cada vez mais sua integração aos ambientes de ensino. Neste contexto, o programa *Tracker* representa um importante Recurso Educacional Aberto (REA) porque permite a realização da vídeoanálise num ambiente de tecnologias livres compatíveis com a realidade educacional brasileira.

Assim, realizando este projeto, buscou-se encontrar a resposta para a seguinte pergunta de pesquisa:

Quais as potencialidades do software de videoanálise *Tracker*, para ensino de Física, na perspectiva de professores do ensino superior e técnico, participantes de oficinas de formação referentes ao tema?

Para além da questão de pesquisa, com o intuito de situar o trabalho no contexto do mestrado profissional, tem-se que o curso desenvolvido, incluindo todos os materiais de apoio relacionados, constitui o produto associado a esta dissertação.

O trabalho encontra-se organizado em 3 capítulos, mais introdução, considerações finais, referências e apêndice. Na sequência, são apresentados os objetivos gerais e específicos da dissertação. No capítulo 2, articulam-se os referenciais que dão embasamento e que sevem de inspiração ao projeto. Os procedimentos metodológicos são explicitados no capítulo 3 e os resultados obtidos são apresentados no capítulo 4. O produto associado consiste em documento independente, com mesmo título, e que será depositado conjuntamente a esta dissertação no repositório da UTFPR.

1.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral consiste em desenvolver e validar uma proposta de oficina de formação para utilização do software de videoanálise *Tracker* no ensino de Física.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos deste projeto são:

- a) Compreender a partir da literatura da área as contribuições do uso de TIC no ensino de Física.
- b) Depreender a partir dos documentos oficiais as potencialidades do uso das TIC para o ensino de Física.
- c) Desenvolver e validar uma proposta didática para o ensino de Física utilizando o software de videoanálise *Tracker*.
- d) Avaliar as potencialidades do software de videoanálise *Tracker* para o ensino de Física.
- e) Desenvolver um modelo de oficinas de ensino de videoanálise aplicável a professores e alunos de licenciatura como um dos produtos educacionais deste mestrado.

2 O USO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Neste capítulo será abordado o conceito das TIC e examinada a sua utilização em sala de aula para o ensino da Física, além da sua inserção nos documentos oficiais. Na sequência, será apresentado, por meio de uma revisão sistemática da literatura, o que tem sido publicado agregando a videoanálise como recurso TIC para experimentação na Física.

2.1 O CONCEITO DE TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO, SUAS TERMINOLOGIAS.

Para iniciar um diálogo referente à tecnologia, precisamos buscar a etimologia da palavra.

Tecnologia tem a mesma raiz de *técnica*, e é a junção dos termos *techné* e *logos*, o que diferencia um simples *saber fazer* do *fazer com raciocínio*. A tecnologia, portanto, abre uma discussão com a técnica, visando melhorá-la, aperfeiçoá-la e compreendê-la.

Segundo Soffner (2013), a *técnica* caracteriza a intervenção do ser humano na natureza, sendo o que distingue dos demais seres vivos. O homem cria ferramentas que ampliam seus sentidos, e, como já visto, a isto chamamos de tecnologia.

A tecnologia é a idealização de projetos e sonhos de pessoas e organizações das mais diversas áreas, sejam eles matemáticos, físicos, engenheiros entre outros, visando a facilitação ou complementação de uma tarefa que é ou será realizada no cotidiano, de modo que, com essa facilitação, abrirá espaços em nossas mentes para encontrarmos e criarmos teorias, tecnologias e ambientes.

No caso particular da tecnologia aliada à educação, considera-se uma via importante de desenvolvimento de potenciais, que poderia ajudar na formação de crianças e jovens para se tornarem pessoas autônomas, cidadãos responsáveis, profissionais competentes e aprendentes permanentes. (SOFFNER, 2005).

A história da utilização de computadores na educação costuma ser dividida em dois períodos: antes e depois do aparecimento dos computadores pessoais. Os computadores pessoais, que surgiram no final da década de 1970, representaram um marco significativo na democratização do uso dos computadores.

Traçando um panorama histórico, podemos partir do Kenbak-1, que é considerado pelo Computer History Museum¹ como o primeiro computador pessoal da história. A figura 1 traz uma imagem ilustrativa do Kenbak-1. Este computador de 8 bits, criado em 1970, era caracterizado por uma memória RAM de 256 bytes e era capaz de executar centenas de instruções por segundo inclusive funções de processamento de texto.

FIGURA 1 – COMPUTADOR KENBAK-1



Fonte: <https://www.computerhistory.org/revolution/personal-computers/17/297> - Acesso em 06/01/2020

Após isso, surgiram dois “gigantes”, a IBM e a Apple, com seus respectivos computadores, com diversos lançamentos. A Microsoft surge posteriormente com o Sistema Operacional Windows e, a partir da sua versão Windows 95, nasceu um marco, sendo esta referência como sistema operacional até para os que vieram posteriormente.

Na década de 80, os microcomputadores começaram a ser inseridos no ambiente escolar, surgindo então o método instrucionista, no qual o microcomputador é visto como mais um instrumento para reforçar a ação educativa, que é nesse momento centrada na eficiência das técnicas e dos métodos de ensino.

Nesse contexto, surge um estudioso chamado Seymour Papert, que se destacou por associar computadores à educação, mas de forma construtiva. Pela concepção de Papert, os computadores deviam ser utilizados como instrumentos para trabalhar e pensar, como meios de realizar projetos, como fontes para pensar novas ideias. (PAPERT, 1994). A partir desse momento, dois conceitos começaram a coexistir no cenário educacional, o instrucionismo e o construtivismo. Estes conceitos, na realidade, remetem inicialmente à concepção construtivista de Piaget, segundo a qual

¹ O Computer History Museum foi fundado em 1996 em Mountain View, Califórnia, Estados Unidos. Ele dedicado a mostrar a revolução dos computadores no mundo e o impacto que ela gerou na sociedade.

o conhecimento simplesmente não pode ser "transmitido" ou "transferido pronto" para outra pessoa:

Mesmo quando parece estarmos transmitindo com sucesso informações dizendo-as, se pudéssemos ver os processos cerebrais em funcionamento, observaríamos que nosso interlocutor está "reconstruindo" uma versão pessoal das informações que pensamos estar "transferindo". (PAPERT, 2008, p. 137).

Segundo Papert, o instrucionismo estaria associado à ideia reducionista de que o caminho para uma melhor aprendizagem deve ser o aperfeiçoamento da instrução.

Neste contexto, o uso do computador consistiria na informatização dos métodos de ensino tradicionais. De acordo com Valente (1997):

Do ponto de vista pedagógico esse é o paradigma instrucionista. Alguém implementa no computador uma série de informações e essas informações são passadas ao aluno na forma de um tutorial, exercício-e-prática ou jogo. Além disso, esses sistemas podem fazer perguntas e receber respostas no sentido de verificar se a informação foi retida. (VALENTE, 1997, p.15)

Neste sentido, a visão instrutivista apresentaria limitações a serem superadas e Papert denominou de construcionista a abordagem pela qual o aprendiz constrói, por intermédio do computador, o seu próprio conhecimento (VALENTE, 1997).

Conforme Valente (1997), Papert:

Ele usou esse termo para mostrar um outro nível de construção do conhecimento: a construção do conhecimento que acontece quando o aluno constrói um objeto de seu interesse... Na noção de construcionismo de Papert existem duas ideias que contribuem para que esse tipo de construção do conhecimento seja diferente do construtivismo de Piaget. Primeiro, o aprendiz constrói alguma coisa, ou seja, é o aprendizado por meio do fazer, do "colocar a mão na massa". Segundo, o fato de o aprendiz estar construindo algo do seu interesse e para o qual ele está bastante motivado. O envolvimento afetivo torna a aprendizagem mais significativa. (VALENTE, 1997, p. 2)

Nas palavras de Papert, a mudança principal e necessária

assemelha-se a um provérbio africano: se um homem tem fome, você pode dar-lhe um peixe, mas é melhor dar-lhe uma vara e ensiná-lo a pescar. A educação tradicional codifica o que pensa que os cidadãos precisam saber e parte para alimentar as crianças com esse "peixe". O construcionismo é construído sobre a suposição de que as crianças farão melhor descobrindo ("pescando") por si mesmas o conhecimento específico de que precisam: a educação organizada ou informal poderá ajudar mais se certificar-se de que elas estarão sendo apoiadas moral, psicológica, material e intelectualmente em seus esforços. O tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento. ... Evidentemente, além de conhecimento sobre pescar, é também fundamental possuir bons instrumentos de pesca - por isso precisamos de computadores - e saber onde

existem águas férteis - motivo pelo qual precisamos desenvolver uma ampla gama de atividades matematicamente ricas, ou "micromundos". (PAPERT, 2008, p. 134)

Ainda que a citação acima faça menção explícita às crianças, acreditamos na generalidade da ideia. Assim, esta reflexão tem por objetivo explicitar que o presente projeto parte do entendimento de que as tecnologias, particularmente a videoanálise com o *Tracker*, podem servir de base para o desenvolvimento de atividades concretas (atividades experimentais relacionadas ao ensino de Física), por parte de professores e alunos, que remetem à compreensão de como se dá o processo científico (modelagem científica). Portanto, o computador e o programa (*Tracker*) são instrumentos para um processo de ensino e aprendizagem que “atribui especial importância ao papel das construções no mundo como um apoio para o que ocorre na cabeça” (PAPERT, 2008). A tecnologia na escola, portanto, não deve ser um fim em si mesma.

Neste contexto, a conjugação da tecnologia computacional ou informática com a tecnologia das telecomunicações, sendo a Internet a sua mais forte expressão, é utilizada para apoiar e melhorar a aprendizagem. Este campo pode ser nomeado TIC (MIRANDA, 2007).

A propósito da nomenclatura, existem diversas denominações possíveis, segundo Miranda (2007), a saber: Tecnologia Educativa (TE), Tecnologias Aplicada a Educação, Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), Novas Tecnologias da Informação e Comunicação (NTI), Literacia Informática, Educação Tecnológica e Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). No caso do presente trabalho, optou-se por utilizar o acrônimo TIC.

De acordo com a UNESCO, a inserção de TIC na escola é fundamental porque:

os alunos e professores devem usar a tecnologia de forma efetiva, pois em um ambiente educacional qualificado, a tecnologia pode permitir que os alunos se tornem: usuários qualificados das tecnologias da informação; pessoas que buscam, analisam e avaliam a informação; solucionadores de problemas e tomadores de decisões; usuários criativos e efetivos de ferramentas de produtividade; comunicadores, colaboradores, editores e produtores; cidadãos informados, responsáveis e que oferecem contribuições. (UNESCO, Padrões de Competência em TIC para professores. 2008 p. 1)

A propósito, em 2012, foi publicada uma edição especial do Caderno Brasileiro de Ensino de Física voltada ao uso de tecnologias em sala de aula. Segundo os

editores, conceitos abstratos de Física poderiam ser mais bem representados e trabalhados em aulas a partir do uso de tecnologias. Estratégias de ensino mediadas por estas novas tecnologias da informação e comunicação (TIC) estimulariam uma melhor compreensão dos conteúdos.

Particularmente, ao estudar as disciplinas de Física, os estudantes se deparam com conceitos abstratos que, via de regra, são apresentados através de uma metodologia essencialmente verbal, o que, com frequência, ocasiona desmotivação e insucesso em seu aprendizado. As novas tecnologias da informação e comunicação – TICs – podem contribuir para o delineamento de estratégias que envolvam o aluno, promovendo um melhor entendimento do conteúdo. Tais tecnologias permitem, por exemplo, realizar experimentos simulando situações reais com precisão, os quais, provavelmente, só seriam possíveis em laboratórios muito bem equipados. Entre outras coisas, possibilitam também a modelagem das variáveis Físicas de um problema e o estabelecimento de relações entre essas variáveis. (PEDUZI, PEDUZI e COSTA, CBEF, v. 2012)

Contudo, apesar da importância das TIC, Peduzi e colaboradores (2012) destacam que os resultados das pesquisas na área ainda estão pouco presentes na sala de aula. Existe, portanto, um desafio de levar estas tecnologias ao dia a dia da escola.

Isso remete a uma concepção que alguns professores têm quanto aos processos que determinam a aprendizagem com a utilização das TICs, pois acreditam que o simples fato de colocar seus alunos em uma sala com computadores, utilizando um software específico ou com acesso à Internet, fará com que melhore a eficiência do aprendizado bem como sua prática quanto ao que foi abordado. Sabemos que não é bem assim que funciona. De fato, a utilização das TIC, é uma ferramenta que pode ser usada como forma de proporcionar uma aprendizagem significativa para estudantes de Física, sejam do Ensino Médio ou Superior (SAAVEDRA, LENZ, BEZERRA JR, 2016).

Esse ensino descontextualizado e focado em avaliações e exercícios já existe há décadas e tem muita força, principalmente na disciplina de Física, em que ainda parece prevalecer a ideia de que “para se ensinar basta saber” (MOZENNA, OSTERMANN, 2016).

De fato, uma das características da Física que a torna particularmente difícil de aprender é a abstração, pois vislumbrar suas Leis e teorias sem o auxílio de algo visual faz com que o aluno, muitas vezes, perca o interesse pelo assunto, confundindo

o ensino da matéria à memorização do conjunto de fórmulas: os alunos dizem que aprendem e o professor se engana achando que eles entenderam.

Com as ferramentas corretas, os professores podem proporcionar meios para experiências de aprendizagem eficazes, não focadas somente na matemática do conteúdo, mas sim na possibilidade de vivenciar a Física como parte do cotidiano e, nesse momento, se faz importante e necessária a experimentação.

As atividades experimentais desempenham um papel fundamental no ensino de Física, não apenas por esta ser uma ciência cujo método faz delas o seu esteio, mas porque as mesmas podem colaborar de forma definitiva no processo de ensino-aprendizagem (SAAVEDRA, LENZ, BEZERRA JR, 2016).

Portanto, a evolução da tecnologia, incluindo o desenvolvimento de diversos recursos por profissionais multidisciplinares, e a necessidade de reverter o quadro de estagnação do ensino de Física, fazem das TIC um meio de construção do conhecimento e não somente uma ferramenta. Este conceito encontra respaldo na Base Nacional Comum Curricular, o que traz benefícios para o ensino da Física, pois, como comentado anteriormente, a experimentação via TIC é um meio de tornar os processos de ensino-aprendizagem mais eficazes.

Neste sentido, as TIC constituem parte fundamental das estratégias a serem dominadas pelos professores e, ao mesmo tempo, precisam estar acessíveis aos profissionais da educação, aos estudantes e às instituições de ensino. (BEZERRA JR. *et al.*, 2014).

Segundo as notas estatísticas do Censo Escolar de 2016 produzido pelo INEP, nas escolas (municipais, estaduais e particulares) que possuem as séries finais do ensino fundamental, os laboratórios de informática estão disponíveis em 67,8%, enquanto em somente 25,2% existem laboratórios de Ciências. No mesmo estudo estatístico, porém aplicado agora às instituições que oferecem ensino médio, incluindo as que possuem ensino médio técnico integrado, o laboratório de informática está presente em 82,7% delas, enquanto, somente 51,3% oferecem laboratórios de ciências.

Segundo o trabalho de Jorge e colaboradores (2015), publicado no Jornal de Políticas Educacionais, em 2015, o MEC e a SEED, juntamente ao FNDE, forneceram a escolas do estado do Paraná 376 laboratórios, totalizando 158 estabelecimentos em 89 municípios, sendo destes 76 de biologia, 54 de Física, 85 de química, 64 de

matemática e 97 de informática. Em pesquisa realizada por Torres Junior (2014) em sua dissertação de mestrado, constatou-se também alguns pontos relevantes, principalmente no ponto de vista dos estudantes e dos professores.

Os dados apresentados na pesquisa com estudantes, mostram que em torno de 50% responderam que nunca tiveram aula de laboratório e com respeito ao uso dos laboratórios de Física, matemática, química e biologia, somente 10% afirmaram ter aulas com alguma frequência. Já na pesquisa com professores, entre 10% a 23% afirmaram não utilizar os laboratórios das escolas, o que difere do percentual de estudantes (50%), e 25% dos professores disseram ministrar aulas de laboratório uma vez ao mês e uma vez no bimestre (TORRES JUNIOR, 2014).

Ainda de acordo com Jorge e colaboradores (2015), quanto à utilização dos laboratórios, destaca-se que as escolas apresentam materiais e equipamentos devidamente instalados, no entanto, revela que os laboratórios não estão sendo utilizados e que alguns estão totalmente ociosos, tanto que alguns alunos não sabem da sua existência.

Logo, fica claro que as implantações dos laboratórios nas escolas não necessariamente significam que as aulas práticas irão acontecer, remetendo a um conjunto de fatores que podem interferir na realização das aulas.

Por fim, somente 54 laboratórios de Física foram disponibilizados dentre um montante de 376 laboratórios entregues, o que representa menos de 15%, logo, conclui-se estatisticamente que é dada uma relevância aos laboratórios de informática, pois são 97 laboratórios representando 25% do total disponibilizado (JORGE *et al.*, 2015).

Segundo Thomaz (2000), o papel da componente experimental da aprendizagem em ciências na formação do futuro cidadão, concebido enquanto aquele capaz de atuar com autonomia na sociedade em que está inserido, irá depender, em grande escala do papel do professor no desenvolvimento da sua atividade docente e das suas perspectivas relativamente a essa componente.

Para que o processo de experimentação junto aos alunos seja eficaz, é necessário que o mesmo seja desafiador, que proponha algo ao aluno que além de fazer parte do seu cotidiano também seja algo que motive, que o engaje e que prenda a sua atenção. Para tal, o docente precisa estar preparado e empenhado em buscar esse desafio.

Infelizmente, muitos trabalhos propostos nas escolas e a nível universitário são estruturados de maneira que não proporcionam oportunidades para o desenvolvimento da formação do conhecimento científico necessário para que professores possam atuar na sua prática docente pois, muitas vezes, não condizem com a realidade com a qual irão se deparar.

Para aprofundar a discussão, faz-se necessário comentar as abordagens governamentais quanto à formação dos professores de Física. Por exemplo, as Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física (BRASIL, 2001), documento publicado pelo Conselho Nacional de Educação, mencionam alguns elementos referentes ao perfil dos formandos, suas competências e habilidades, estrutura dos cursos e conteúdos curriculares que se faz importante descrever.

Primeiro, dentre as habilidades gerais a serem desenvolvidas por Físicos Bacharéis e Licenciados, apresenta-se a de resolver problemas experimentais, desde o seu reconhecimento, a realização das medições, até a análise dos resultados. Em uma parte seguinte do documento, temos as habilidades específicas, em que destaca-se, para os cursos de Licenciatura, a elaboração ou adaptação de materiais didáticos de diferentes naturezas, identificando seus objetivos formativos, de aprendizagem e educacionais e, por fim, não menos importante, destaca-se na parte de vivências, de forma muito clara, o seguinte tópico: realizar experimentos em laboratório.

O mesmo documento descreve que os conteúdos de Física Geral, vistos no Ensino Médio com maior profundidade, com conceitos e instrumentos matemáticos adequados, agregados com a apresentação teórica dos tópicos fundamentais (mecânica, termodinâmica, eletromagnetismo e Física ondulatória), devem ser contemplados com práticas de laboratório, ressaltando o caráter da Física como ciência experimental.

A atividade em laboratório é estimulante, tanto ao professor, quanto ao aluno, pois com o advento da tecnologia e com o fácil acesso dos discentes à mesma, tem se tornado cada vez mais difícil prender a atenção em uma sala de aula tradicional, portanto, o uso do laboratório pode ser uma estratégia para engajar os estudantes.

Devemos deixar claro, contudo, que a própria utilização do laboratório pode ser tornar menos eficaz quando não se foge do tradicional, ou seja, quando se limita a realizar uma experiência que não dialoga com o cotidiano do aluno, quando se exige preencher relatórios extensos e realizar coletas de dados cansativas, porque assim

não se despertará a curiosidade do aluno, o estímulo à pergunta; isto só se cria quando o aluno é desafiado, e a resposta do professor tem que ser tão desafiadora quanto.

A propósito, Freire (2018) destaca a importância de estimular a pergunta, a reflexão crítica sobre a própria pergunta, de saber o que se pretende com esta ou com aquela pergunta, em lugar de aceitar a passividade em face das explicações discursivas do professor, explicações que funcionam como espécies de respostas às perguntas que não foram feitas. Por isso, uma estratégia de realizar perguntas no ensino de Física pode ser por meio das atividades de experimentação.

Para Galiazzi (2001), o valor da experimentação na contemporaneidade tem seu foco ainda na construção da teoria resultante da prática. Não se deveria pensar “como se não existisse teoria ao se fazer a prática”, portanto, propõe o desenvolvimento da teoria junto à prática. Já para Borges (2002) o importante é o envolvimento do educando com a proposta de buscar soluções a problemas presenciados por ele.

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2019) menciona, no que tange à Física, a importância intrínseca do conceito de experimentação, colocando como uma das suas competências específicas que o aluno deve ser capaz de construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar, e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

Como iniciativa ao apoio a professores no processo de desenvolvimento de atividades de experimentação, podemos mencionar a Experimentoteca-Ludoteca do IFUSP que tem desenvolvido, através do projeto RIPE, um considerável acervo de atividades; também tem realizado pesquisas sobre formação continuada de professores, com ênfase no laboratório lúdico e de baixo custo. Com o programa PROCIÊNCIAS, a equipe ministrou vários cursos para professores da rede pública do Estado de São Paulo onde esta temática foi desenvolvida. (DOS SANTOS *et al.* 2004). Na figura 2, é reproduzido um esquema referente a uma proposta de experimento, constante na página do Projeto RIPE (à esquerda da figura, uma captura de tela da página do projeto), para estudo do movimento uniforme com uso de uma gota de óleo descendo em um recipiente com água. Os projetos são acompanhados de instruções contendo objetivos, materiais necessários, procedimentos e sugestões.

FIGURA 2 – ESQUEMA DE MONTAGEM DO PROJETO RIPE: GOTA EM ÓLEO PARA MRU

CiênciaMão Banca da Ciência | Ludoteca da Ciência | Mão na Massa

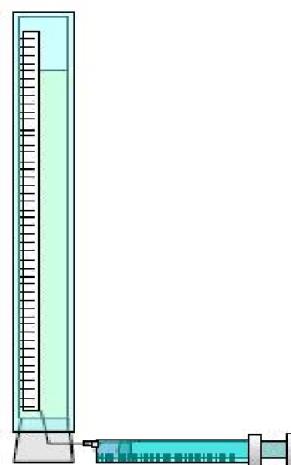
Atividades Didáticas de Ciências

Projeto RIPE

O que é isso?
Projeto de elaboração de materiais lúdicos e de baixo custo desenvolvido nos anos 1990 em diversos centros (Ludotecas) em todo o país, coordenados pela Experimentoteca-Ludoteca do IFUSP.

Selecionar Tema

- Astronomia
- Brinquedos de Equilíbrio
- Eletrostática
- Magnetismo
- Mecânica
- Terminologia
- Óptica



Fonte: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rip&cod=afuncaohorarianomru> –

Acesso em 10/01/2020

A articulação de projetos envolvendo atividades didáticas, textos, revistas, livros, vídeos e demais recursos virtuais e materiais didáticos, analisados à luz de pesquisas de educação e ensino de ciências, constitui importante elemento para embasar a ideia de utilizar a experimentação nas aulas. Neste contexto, o projeto associado a esta dissertação pretende fomentar o desenvolvimento desses recursos na UTFPR.

Nós docentes de Física, precisamos nos atualizar e muitas vezes buscar alternativas a experimentos mediados por equipamentos que têm custos proibitivos. Para isso, podemos nos valer de movimentos criativos como a *Cultura Maker*, ou faça-você-mesmo, que faz eco ao construcionismo de Papert (ARANTES, 2019), para viabilizar alternativas aos nossos alunos. Na sequência deste trabalho, será possível analisar uma situação como essa em que, ao invés de utilizarmos um equipamento caro como um trilho de ar, é possível, através de um “brinquedo” e o *Tracker*, realizar a mesma análise, com custo baixo, mas, ao mesmo tempo, alta qualidade acadêmica.

Aprofundando esta reflexão teórica, faz-se agora importante abordar o uso de tecnologias no ensino a partir do conceito de Objetos de Aprendizagem, uma vez que estes caracterizam, por exemplo, as tecnologias específicas tais como os programas de videoanálise, dos quais o *Tracker* é um importante exemplo.

2.2 CONCEITO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM E RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS NO CONTEXTO DAS TIC.

Neste item serão abordados os conceitos de Objetos de Aprendizagem e Recursos Educacionais Abertos no contexto das TIC, mais especificamente relacionando-os ao ensino de Física, do *Tracker* e da videoanálise.

2.2.1 OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Segundo Audino (2012), os objetos de aprendizagem podem ser encarados como materiais de grande importância no processo de ensino e aprendizagem, pois nos fornecem a capacidade de simular e animar fenômenos e, além disso, é possível reutilizá-los em vários outros ambientes de aprendizagem.

Uma outra visão a respeito de OA, é fornecida por Miranda (2004), que considera elementos de um tipo de ensino baseado no computador e na Internet, fundamentado no paradigma de orientação a objetos da Ciência da Computação. Eles surgiram com o objetivo de possibilitar a localização de conteúdos educacionais na *web*.

A definição que é apresentada pelo *Learning Technology Standards Committee* (LTSC-IEEE, 2003), é que os objetos de aprendizagem podem ser definidos como qualquer entidade, digital ou não digital, que pode ser usada, reusada ou referenciada durante a aprendizagem suportada pela tecnologia.

Existem outras denominações que podem ser encontradas para objetos de aprendizagem (MIRANDA, 2004), sendo elas: objetos de conhecimento, componentes instrucionais, objetos educacionais, documentos pedagógicos, componentes de software educacional, materiais de aprendizagem online, recursos, *shareable content object* e *assignable unit* (AU).

Os objetos de aprendizagem possuem características descritas por Cechinel apud Longmire (2000):

- a. Flexibilidade – desenvolvido para ser reutilizado, não necessita ser reescrito para cada novo contexto;
- b. Personalização – facilita a personalização de conteúdos permitindo a recombinação de materiais;
- c. Interoperabilidade – permite a definição de especificações de *design*, de desenvolvimento e de apresentação baseadas em

- necessidades da organização e mantém a capacidade de operar em conjunto com outros sistemas de aprendizagem e contextos;
- d. Aumento de significância do conhecimento – com a reutilização de um OA várias vezes e em diferentes situações, seu conteúdo é consolidado naturalmente à medida que o tempo passa. Para facilitar a atualização, a localização e a seleção de um OA são necessárias que ele seja acompanhado de uma descrição padronizada realizada a partir de uma metalinguagem apropriada.

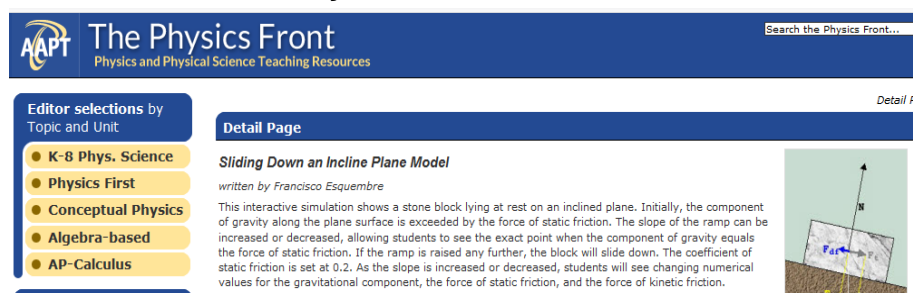
Um dos mais disseminados tipos de OA são as simulações computacionais de experimentos de Física, que estão disponíveis para utilização em diversos contextos. Ainda que elas não devam substituir experimentos reais, pesquisas indicam que seu uso combinado à atividade experimental pode tornar mais eficiente o processo de aprendizagem dos alunos (ARANTES, MIRANDA, STUDART, 2010).

Como exemplos de bibliotecas de objetos de aprendizagem, abordarei 3 repositórios: o PhET da Universidade de Colorado, o portal comPADRE e o LabVIRT da Universidade de São Paulo – USP. Para abreviar a pesquisa, serão focados os simuladores de Física.

A comPADRE (compadre.org) é uma biblioteca digital de recursos educacionais, que podem ser utilizados por educadores, pesquisadores e estudantes de Física e astronomia. Este serviço foi desenvolvido pela *American Association of Physics Teachers* para ajudar professores e alunos a encontrar recursos de qualidade por meio de coleções baseadas na *Web* para necessidades específicas.

Segundo o próprio site, estão sendo desenvolvidos recursos mundialmente, de boa qualidade, porém, é necessária uma maior acessibilidade e disseminação desse conteúdo, com o objetivo central de alcançar maior eficácia no ensino de Física e astronomia. Na figura 2 é apresentada uma captura de tela ilustrativa de um OA disponível na biblioteca; trata-se de uma atividade associada ao estudo do movimento de um objeto num plano inclinado incluindo o atrito.

FIGURA 3 – SIMULAÇÃO EM JAVA – PLANO INCLINADO



Fonte: <https://www.compadre.org/precollege/items/detail.cfm?ID=9973> – Acesso em: 06/01/2020

O projeto PhET (phet.colorado.edu) foi criado em 2002 por Carl Wieman, vencedor do Prêmio Nobel de Física. O repositório oferece simulações de matemática, Física, química e, como ele mesmo menciona, “ciências divertidas”, de forma gratuita, que são escritas em Java, Flash ou HTML5, podendo ser executadas *on-line* ou *offline*.

Segundo o site, todas simulações são de código-aberto, permitindo que os recursos sejam livres para todos os estudantes e professores. Na figura 3, é apresentada uma captura de tela do PhET, referente à simulação do movimento de um pêndulo.

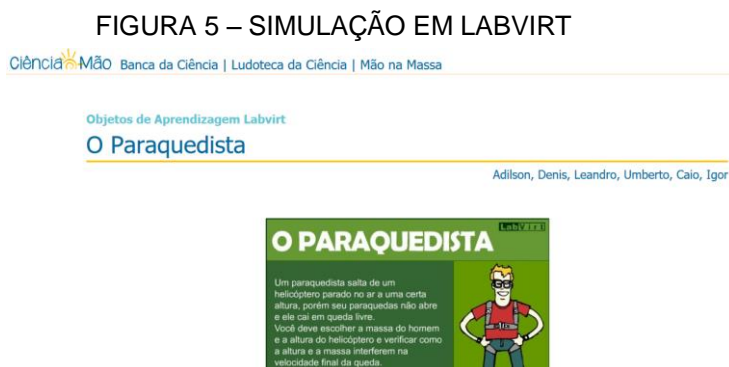
FIGURA 4 – SIMULAÇÃO EM JAVA – PÊNDULO



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/pendulum-lab – Acesso em: 06/01/2020

O LabVirt(cienciasmao.usp.br) da Universidade de São Paulo – USP, é um projeto coordenado pela Faculdade de Educação no qual é possível encontrar simulações feitas por equipe própria a partir de roteiros de alunos de ensino médio das escolas da rede pública. A busca de conteúdo é simples e intuitiva e a figura 4 apresenta um

exemplo de simulação disponível, no caso, um objeto para abordar o movimento de um paraquedista.



Fonte: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lab&cod=oparaquedista> – Acesso em: 06/01/2020

Quando se trata de utilizar tecnologias e recursos educacionais em sala de aula, outro aspecto importante a ser considerado diz respeito aos seus custos. Particularmente, quando se trata de escolas públicas, entende-se que OAs baseados em tecnologias livres e disponíveis a custos mínimos – ou sem custos – constitui um elemento importante para sua disseminação, apropriação e possibilidade de uso crítico. Assim, na sequência, é abordado o conceito de Recurso Educacional Aberto (REA).

2.2.2 RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS

Pelo levantamento realizado por Silva (2015), as discussões sobre os recursos educacionais abertos, tornaram-se mais evidentes em 2001, com a criação do licenciamento *Creative Commons*. Da mesma forma, o MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts), nos Estados Unidos, anunciou que estaria disponibilizando seus recursos na internet para que fossem utilizados gratuitamente e os chamou de *Open Courseware* (<https://ocw.mit.edu/>).

Num plano mais geral, a UNESCO, por sua vez, define REA como:

Todo e qualquer conteúdo que seja utilizado para fins educacionais podem ser REA. São livros, planos de aula, softwares, jogos, resenhas, trabalhos escolares, vídeos, áudios, imagens e outros recursos compreendidos como bens educacionais essenciais ao usufruto do direito de acesso à educação e à cultura. A ideia principal por trás dos REA é que qualquer coisa que você publique pode ser utilizada e recombina por outras pessoas, aumentando o conhecimento de todos. Como blocos que podem ser conectados por pessoas diferentes, em locais diferentes e de modos diferentes, para

satisfazer uma necessidade específica de conhecimento. (RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS, 2016 – p.1).

Segundo Silva (2015), os recursos educacionais abertos se apoiam sobre a premissa de que todos devem ter acesso às soluções e materiais sem a necessidade de pagamento de *royalties*, ou seja, devem ser abertamente licenciados.

Os recursos educacionais abertos, estão estruturados sob 4 pilares, chamados de “4 liberdades”, sendo eles: Usar (liberdade de utilização), Aprimorar (liberdade de melhorar e aprimorar o REA), Recombinar (liberdade de recombinação e mesclar com outros REA) e distribuir (liberdade de distribuição e compartilhamento).

Justifica-se assim que os REA têm papel importante a desempenhar. Trazendo para um contexto da educação brasileira, as principais fábricas de *software* ainda são instituições privadas e as que focam na área de ensino pertencem a grupos educacionais privados de expressão no Brasil que, por via de regra, visam ao lucro e, portanto, não necessariamente tornam suas tecnologias disponíveis às escolas, professores e estudantes que não tenham recursos para adquiri-los.

O Brasil aparece como país importante no debate de políticas públicas de REA, mas não está sozinho. Países como Estados Unidos, Austrália, África do Sul, Holanda, Polônia, entre outros, caminham para a implementação de normas e projetos governamentais que dão prioridade aos REA, segundo Rossini e Gonzalez (2012).

Um ponto importante que precisa ser levantado é a questão do professor enquanto usuário e elaborador dos Recursos Educacionais Abertos, considerando a definição de REA de que qualquer material, seja ele um vídeo, uma imagem, um áudio, pode ser considerado um REA desde que possua o licenciamento adequado que o classifique como tal. Sob este aspecto, o docente tem a possibilidade e o desafio de atuar como um protagonista nesse processo.

Existem diversos colegas de profissão que desenvolvem materiais para seus alunos, utilizando as TIC. Caberia citar um exemplo de uso de recurso da plataforma Google pelo Professor de Física Fábio Luiz de Souza, do Colégio Estadual Emilio de Menezes em Curitiba.

Ele criou um ambiente virtual de aprendizagem para que os alunos do Ensino Médio pudessem realizar atividades de reposição, inclusive atividades para complementação de nota, caso o aluno tenha se ausentado de sala de aula. O material está disponível em: <https://sites.google.com/site/fisicaemiliomenezes/>.

Na figura 5, é apresentada uma captura de tela do material desenvolvido pelo professor Fábio. Trata-se de uma atividade voltada ao ensino de Eletromagnetismo, particularmente o tema “Potência e Energia Elétrica”.

O material permite ao aluno responder questionários, visualizar vídeos, fazer download de material para experiência em casa, permitindo aos alunos um complemento do conteúdo visto em sala de aula, além da possibilidade de adquirir pontos extras na disciplina.

FIGURA 6 – ATIVIDADE DE POTÊNCIA ELÉTRICA – FÍSICA EMILIO



Fonte: <https://sites.google.com/site/fisicaemiliomenezes/home> – Acesso em: 07/01/2020

De fato, segundo Angotti (2015), o Brasil tem posição de destaque no cenário mundial do *software* livre, o que se deve a

um processo iniciado por desenvolvedores independentes e universidades, posteriormente apoiados pelos governos estaduais e federal. A forma inovadora da tecnologia informática livre de disponibilizar recursos para o acesso, a produção e a disseminação do conhecimento científico tecnológico permitem a constituição de uma possibilidade concreta de ação cultural para a liberdade na atividade pedagógica, em particular, no ensino de Física (ANGOTTI, 2015, Ensino de Física com TDIC, p.23).

Para exercer esta liberdade a que o autor se refere, o presente trabalho busca identificar uma tecnologia específica, no caso a videoanálise com o *Tracker*, constituída na forma de um REA, o qual apresenta:

- 1- a liberdade de utilização (o *Tracker* está disponível livremente para download e é gratuito).
- 2- a liberdade de aprimorar (por exemplo, os desenvolvedores do *Tracker*, inicialmente disponível apenas na língua inglesa, abriram espaço para que uma tradução para o português do Brasil estivesse disponível).

- 3- a liberdade de recombinação e mesclar com outros REA (no caso deste trabalho, o curso de formação e os materiais correspondentes estão disponíveis também no formato de REA).
- 4- a liberdade de distribuição e compartilhamento.

Faz-se, portanto, necessário compreender como formar os professores para o uso desta tecnologia e abraçar o desafio de elaborar materiais concretos, baseados no *Tracker*, com o condão de serem utilizados em sala de aula.

Na sequência, é apresentada uma discussão a respeito da videoanálise e do programa *Tracker*.

2.3 A VIDEOANÁLISE, O *TRACKER* E SOFTWARES SEMELHANTES

De acordo com Araújo *et al.* (2017) a videoanálise não é uma técnica nova. Ela foi utilizada pela primeira vez em 1878 pelo fotógrafo inglês Eadweard Muybridg que queria tirar uma dúvida que pairava na época sobre o galope de um cavalo. Havia dúvidas sobre se os cavalos levantavam todas as patas ao mesmo tempo durante um galope.

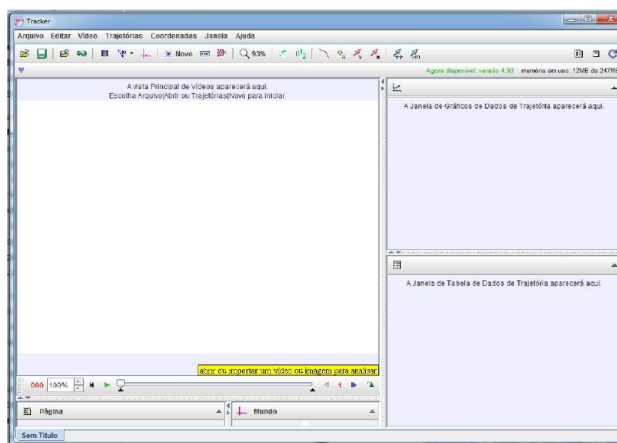
No experimento realizado por este fotógrafo, foram utilizadas várias câmeras para obter 24 fotografias, as quais foram tiradas em rápida sucessão e em diferentes momentos durante o movimento do cavalo. Com as fotos, Muybridg conseguiu capturar um instantâneo e comprovar que o cavalo, de fato, tirava as quatro patas do chão.

Desde essa época, diversas revoluções industriais aconteceram, até chegar na tecnologia que temos hoje e por consequência no *software* que é o foco central deste projeto, o *Tracker*.

O *Tracker* é um software de vídeoanálise e uma ferramenta de modelagem de dados criada utilizando as bibliotecas de códigos Java da *Open Source Physics*. (<https://www.compadre.org/osp/>). Dentre os recursos disponíveis no *Tracker*, destacam-se: rastreamento de objetos com sequências de quadros (imagens) em tempos sucessivos; gráficos de posição, velocidade e aceleração; filtros de efeitos especiais; quadros de referência, pontos de calibração e perfis de linha para análise de padrões de espectro e interferência luminosa, além de outros.

Na figura 7, pode-se observar a tela inicial do *Tracker*, na qual são visíveis seus principais comandos. Uma vez iniciado o programa, o usuário deve “abrir” o arquivo de vídeo que será manipulado. Por exemplo, caso o arquivo seja o movimento de queda livre de uma bola, o programa possibilita decompor (e acompanhar) o movimento quadro a quadro, de modo que a posição da bola em função do tempo compõe uma tabela de dados (posição contra tempo).

FIGURA 7 – *TRACKER*: TELA INICIAL



Fonte: O autor (2020).

Este conjunto de números pode ser manipulado matematicamente para obter as variáveis cinemáticas (velocidade e aceleração) e, com isso, as representações gráficas do movimento. Em situações mais complexas como, por exemplo, a colisão de dois objetos, o *Tracker* permite acompanhar o movimento de cada objeto (posição, velocidade e aceleração) e, além disso, investigar variáveis dinâmicas tais como momento linear, momento angular e energia, dentre outras.

É esta característica que permite aos usuários utilizar a videoanálise como base para um verdadeiro laboratório, tendo em vista a grande quantidade de experimentos que podem ser realizados.

Segundo levantamento realizado pelo autor deste trabalho, quanto a um histórico do *Tracker*, a primeira vez em que ele é mencionado na literatura aconteceu no Boletim da Sociedade Americana de Física, em 2008, por ocasião de um encontro no Texas, quando Doug Brown, idealizador do *Tracker*, apresentou um trabalho intitulado: “Video Analysis and Modeling in Physics Education”. No pôster disponível no site do *Tracker*, Brown (2008) comenta casos de experimentos realizados por seus alunos no Outono de 2007, no curso de Introdução à Mecânica. A tarefa que foi dada

era: identificar um sistema mecânico onde o comportamento do sistema pode ser capturado por vídeo e modelado como um conjunto de uma ou mais partículas.

Naquela ocasião, os alunos trabalharam durante poucas semanas e demonstraram a utilização do *Tracker* nos seguintes experimentos:

- a) Queda de um Macaco com paraquedas.
- b) “Guerra de carrinhos”, na qual os alunos modelaram carrinhos sendo puxados por molas em sentidos opostos e desacelerados pelo atrito.
- c) “Salto” de um carrinho, onde um carrinho foi impulsionado por uma mola em uma pista com plano inclinado.
- d) Pêndulo com um carrinho.
- e) Sistemas de mola em óleo ou água.

Ao avaliar a experiência com os alunos, Brown (2008) concluiu que com o *Tracker* há um engajamento maior dos alunos na modelagem do experimento, fazendo com que eles se sintam parte importante no Ensino da Física.

De acordo com o site da Open Source Physics, o *Tracker* pode sobrepor modelos simples de partículas dinâmicas em um vídeo. Em um experimento típico de modelagem de vídeo, os alunos capturam e abrem um arquivo de vídeo digital, calibram a escala e definem os eixos de coordenadas apropriados, assim como na análise de vídeo tradicional. Mas, em vez de rastrear objetos com o mouse, os alunos definem expressões teóricas de força e condições iniciais para uma simulação dinâmica de modelo que sincroniza e se desenha no vídeo. O comportamento do modelo é, portanto, comparado diretamente com o do movimento do mundo real, portanto, a modelagem de vídeo oferece vantagens sobre a análise de vídeo tradicional e a modelagem composta apenas de simulação.

Quanto ao idealizador do *Tracker*, Doug Brown está hoje aposentado do Cabrillo College, onde atuou de 1977 a 2008, porém, atua ainda como Programador Java da Open Source Physics, onde iniciou seus trabalhos em 2002.

Além do trabalho apresentado em 2008 e discutido nos parágrafos acima, vale registrar o artigo publicado na revista *The Physics Teacher*, em 2009, com o título “Innovative Uses of Video Analysis”, com autoria do Doug Brown e Anne Cox, onde logo em seu início ele destaca que o a Análise de Vídeo já é algo consistente para o Ensino de Física, pois além dos alunos estarem familiarizados com o formato de

Vídeo, ele fornece uma grande quantidade de dados espaciais e temporais, além de observações diretas e representações abstratas de fenômenos físicos.

O *Tracker* na UTFPR foi avaliado inicialmente por um grupo de alunos do curso de Engenharia da Computação, sendo eles: Alessandro Alessi, Arthur Santana e Leonardo de Oliveira, como trabalho da disciplina Oficinas de Integração, no primeiro semestre letivo de 2009.

O professor Jorge Alberto Lenz foi o professor orientador do Projeto e o professor Arandi Ginane Bezerra Junior um dos professores da disciplina e o mentor do projeto.

Este trabalho foi considerado o marco inicial para os trabalhos que seriam desenvolvidos posteriormente. Criou-se nesse momento o grupo TRACKER-BRASIL (Tracker-Brasil.ct.utfpr.edu.br) e, dentre os trabalhos desenvolvidos, evidencia-se a potencialidade do uso do *Tracker* enquanto ferramenta didática no ensino de Física nas suas mais diversas áreas, circulando desde a Mecânica, até a Física Moderna.

O *Tracker* cumpre várias funções no processo de ensino-aprendizagem, pois torna o aluno o ator do processo, não somente um expectador. Em tempo real, é possível acompanhar a evolução das grandezas Físicas, além do que, o programa permite a elaboração de aulas e atividades que podem se adequar à realidade educacional brasileira.

Considerando a falta de laboratórios de Física experimental nas escolas, o seu uso justifica-se, pois, como mencionado anteriormente, além da sua fácil manipulação, bastaria somente um Smartphone com câmera e um Computador para executar as primeiras experiências, que podem ser realizadas com artefatos do dia-a-dia dos alunos.

2.3.1 ALTERNATIVAS AO TRACKER

Existem vários programas de vídeoanálise disponíveis no mercado, como o *VideoPoint*², *Coach 7*³, *WINalyze Player*⁴, *Alberti's Window Motion Visualizer*⁵,

² VideoPoint (<http://www.lsw.com/videopoint/capture/1about.html>).

³ Coach 7 (<https://cma-science.nl/coach-7-overview>).

⁴ WINalyze Player (<https://winalyze.com/motion-tracking-download/>).

⁵ Alberti's Window Motion Visualizer (<http://www.albertiswindow.com/>).

*Dartfish*⁶ e o *Kinovea*⁷, entretanto, a maioria com licenciamento pago. De forma gratuita, temos o *Kinovea* e *Tracker*.

O crescente interesse por esse tipo de tecnologia e a conscientização de seu potencial para aprimorar o aprendizado dos alunos levou os fabricantes de software a incorporar recursos semelhantes de análise de vídeo em seus programas existentes, como o *Logger Pro* da Vernier (<https://www.vernier.com/product/logger-pro-3/>).

Além desses e de outros programas atualmente disponíveis, aplicativos semelhantes estão sendo desenvolvidos para uso mobile, o que aumenta a versatilidade da análise de vídeo como uma ferramenta instrucional. Por fim, esses programas servem como um meio eficaz de coletar, analisar e relatar dados e também permitem a análise de algumas situações que de outra forma não seriam possíveis.

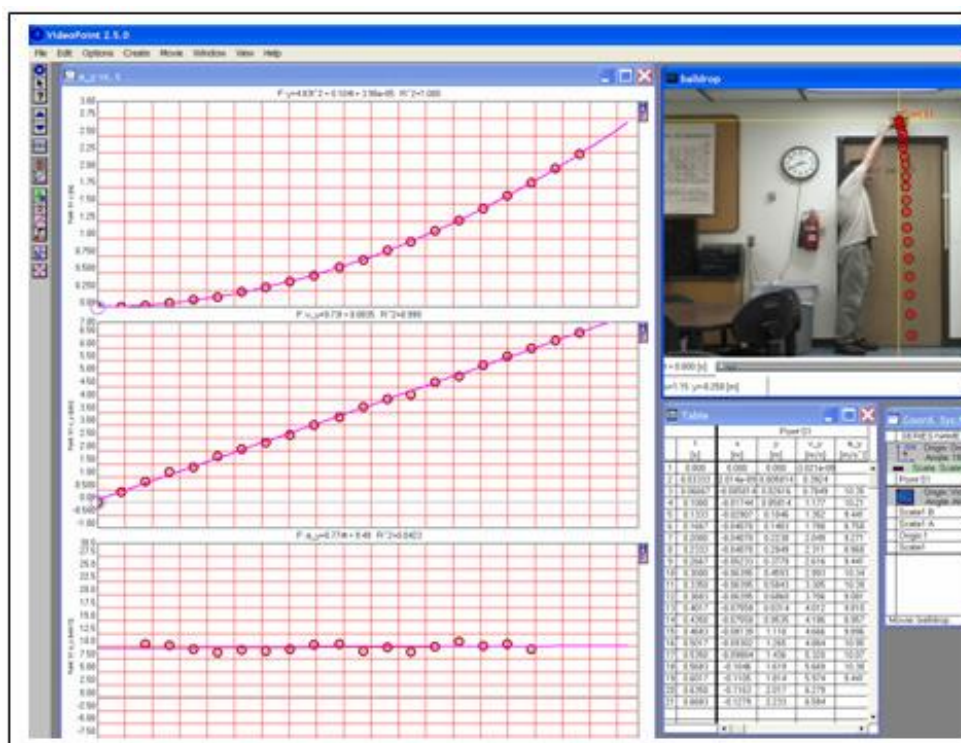
Existem ainda algumas soluções que se propõe a fazer a análise de vídeo, todavia, com um foco direcionado à prática esportiva, como é o caso do *Kinovea* e o *Dartfish*, mas podendo ser aproveitadas na Física; os exemplos são: o *Videopoint* e o *Logger Pro*.

O *Videopoint* (Figura 8) fabricado pela Lenox Softworks tem uma semelhança visual com o *Tracker*, segundo o site APCentral (apcentral.collegeboard.org), ele é recomendado pela American Association of Physics Teachers como o melhor software de videoanálise disponível de forma paga, possui interface amigável, com uma curva de aprendizagem relativamente simples, possui a facilidade de gerar gráficos em várias janelas, o que permite comparações.

⁶ Dartfish (<https://www.dartfish.com/>).

⁷ Kinovea (<https://www.kinovea.org/>)

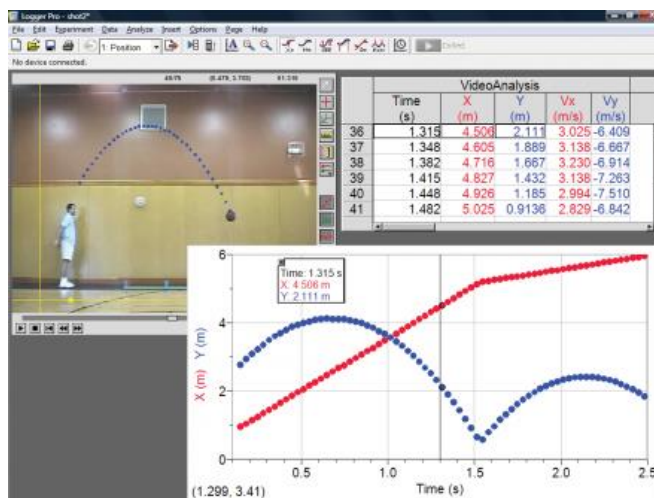
FIGURA 8 – VIDEOPOINT



Fonte: <https://apcentral.collegeboard.org/courses/resources/physics-instruction-using-video-analysis-technology> - Acesso em: 08/01/2020

O Logger Pro da Vernier (Figura 9), segundo informações disponíveis no site da fabricante, informa que o software é amigável ao estudante, com 12 guias para “faça-você-mesmo”, possibilita exportar dados para Word e Excel, caracteriza-se por ser um software versátil e potente.

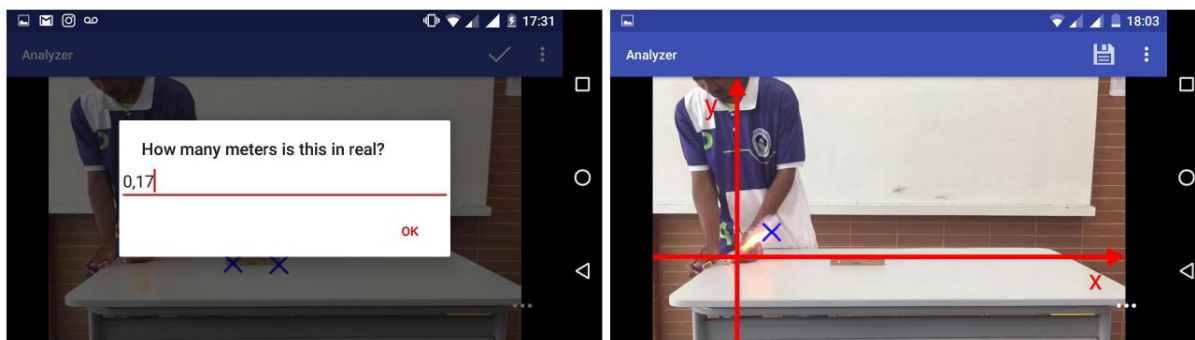
FIGURA 9 – LOGGER PRO



Fonte: <https://www.vernier.com/products/software/lp/> - Acesso em: 08/01/2020

No formato Mobile foi encontrado somente o *VidAnalysis* (Figura 10), disponível somente para Android, entretanto com interface amigável e já com artigos publicados em língua portuguesa, bem como tutoriais no Youtube para sua utilização, a saída de dados a que se propõe é relativamente simples, mas para utilização em sala de aula, de maneira rápida, se faz eficaz.

FIGURA 10 – VIDANALYSIS



Fonte: ARAUJO *et al* (2018)

Para além dos conceitos de TIC, OA, REA e dos programas de videoanálise, é importante ainda, no contexto da pesquisa em ensino, elaborar estratégias de trabalho em sala de aula e que também levem em consideração maneiras de ensinar e aprender, o que se relaciona aos aspectos pedagógicos do trabalho, por isso foi realizado uma revisão sistemática da literatura, com critérios e resultados disponíveis na sequência.

2.4 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE O USO DO SOFTWARE DE VIDEOANÁLISE TRACKER

Segundo Romanowski e Ens (2006), os diferentes aportes de pesquisa nas áreas ligadas à educação, implicam em grande aumento de dissertações, teses, e artigos, portanto,

Esta intensificação de publicações gera inquietações e questionamentos como: Quais são os temas mais focalizados? Como estes têm sido abordados? Quais as abordagens metodológicas empregadas? Quais contribuições e pertinência destas publicações para a área? (ROMANOWSKI e ENS, 2006).

Desta forma, justifica-se a realização de estudos do tipo Estado da Arte. No caso específico do presente trabalho, para realização desta pesquisa foram utilizados

os seguintes parâmetros de busca:

- i) Delimitação do período de 2001 a 2018.
- ii) Definição das revistas e repositórios nacionais de busca.
- iii) Definição das palavras chave “videoanálise”, “vídeo-análise” e “*Tracker*” para busca de artigos, teses e dissertações.

O universo de busca é formado pelos artigos e dissertações encontrados nas seguintes fontes: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, Acta Scientiae, Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnol, RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação, Revista da ABENGE, Física na Escola - SBF, Repositório UTFPR, MNPEF e ABAKÓS. A escolha foi feita com base na importância destes periódicos (relevância na base Qualis da Capes e histórico de publicações na área específica).

Dado que o presente trabalho se encontra em andamento, essa base é, até o momento, nacional, porém, a pesquisa ainda será expandida para bases internacionais incluindo periódicos tais como: The Physics Teacher, American Journal of Physics, Physics Education, Latin-American Journal of Physics Education e Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Neste momento, a pesquisa concentrou-se unicamente em artigos, dissertações e teses direcionadas à videoanálise para que não haja distorção da amostragem. Na sequência, os resultados desta revisão sistemática da literatura são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3, as quais contêm informações a respeito das fontes, autores, ano de publicação, resumo e uma categorização.

Para efeito de categorização, foram determinados os seguintes critérios:

- 1) Propostas de Atividades Didáticas – este critério foi utilizado para artigos onde há apresentação de proposta de atividade, todavia, não houve uma validação em sala de aula.
- 2) Propostas de Atividades Didáticas testadas em Sala de Aula – este critério foi aplicado para artigos/dissertações que se caracteriza como proposta didática e houve uma validação e/ou aplicação em sala de aula.
- 3) Utilização do *Tracker* para fins não didáticos – este critério foi aplicado a artigos/dissertações onde o *Tracker* é utilizado como ferramenta experimental para coleta de dados.

Para o critério “Proposta de Atividades Didáticas”, foram classificados 10 artigos, correspondendo a 33% do montante total analisado, sendo estes distribuídos nas revistas *Abakós*, *Acta Scientiae*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Revista Brasileira de Ensino*, *Ciência e Tecnologia* e *Revista Brasileira de Ensino de Física*, sendo estes apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - ARTIGOS ENCONTRADOS RELACIONADOS A CATEGORIA - PROPOSTA DE ATIVIDADES DIDÁTICAS

Fonte	Ano	Título	Autores
ABAKÓS	2014	Utilização de TIC para o estudo do movimento: alguns experimentos didáticos com o software <i>Tracker</i>	Jorge Alberto Lenz, Nestor Cortez Saavedra Filho, Arandi Ginane Bezerra Jr
Acta Scientiae	2015	Uma Abordagem Didática do Experimento de Millikan utilizando videoanálise	Arandi Ginane Bezerra Jr, Jorge Alberto Lenz, Nestor Saavedra, Marcus Vinícius Peres, Odair Cossi Jr
	2016	Utilização da videoanálise para o estudo do movimento circular e a construção do conceito de aceleração centrípeta	Nestor Cortez Saavedra Filho, Jorge Alberto Lenz, Arandi Ginane Bezerra Jr
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2012	Videoanálise com o software livre <i>Tracker</i> no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton	Arandi Ginane Bezerra Jr, Leonardo Presoto de Oliveira, Jorge Alberto Lenz, Nestor Saavedra
	2017	Um curso de Mecânica com o uso do programa de vídeo-análise <i>Tracker</i>	Júlia Esteves Parreira
R.B.Ensino Ciência e Tecnol.	2016	A videoanálise como mediadora da modelagem científica no Ensino de Mecânica	Nestor Cortez Saavedra Filho, Jorge Alberto Lenz, Arandi Ginane Bezerra Jr, Marcos Antônio Florczak,
R.B.Ensino de Física	2011	Movimento browniano: uma proposta do uso das novas tecnologias no ensino de Física.	Figueira, Jalves S.
	2013	Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento	JESUS, V.L.B. de and SASAKI, D.G.G..

Fonte	Ano	Título	Autores
	2013	Investigando o impulso em crash tests utilizando vídeo-análise	WRASSE, Ana Cláudia; ETCHEVERRY, Louise Patron; MARRANGHELLO, Guilherme Frederico and ROCHA, Fábio
	2015	Uma abordagem por videoanálise da propagação de um pulso em uma catenária.	Jesus, V. L. B. de and Sasaki, D. G. G.

Fonte: O autor (2020).

Analisando os trabalhos relacionados ao critério de propostas de atividades didáticas, onde não houve uma aplicação em sala de aula, nota-se uma linha comum de pensamento apresentando a videoanálise como alternativa a falta de estrutura laboratorial. A seguir na Tabela 2, serão apresentados descritores de cada artigo.

TABELA 2 - DESCRITORES DOS ARTIGOS REFERENTES A TABELA 1

Título	Descritor
Utilização de TIC para o estudo do movimento: alguns experimentos didáticos com o software <i>Tracker</i>	Neste trabalho é relatada uma experiência referente ao uso da videoanálise no Ensino de Física, por meio do programa livre <i>Tracker</i> . Apresenta-se resultados referentes à coleta, análise e modelamento dos dados relativos a uma atividade experimental sobre o movimento parabólico.
Uma Abordagem Didática do Experimento de Millikan utilizando videoanálise	Neste artigo o objetivo do presente trabalho é propor uma abordagem didática baseada em videoanálise para a experiência da gota de óleo de Millikan. Trata-se de material de apoio destinado ao ensino médio e superior, tendo em vista superar dificuldades relacionadas à aquisição e manutenção de laboratórios didáticos de Física Moderna e Contemporânea, bem como propor encaminhamentos para a realização de atividade interativa baseada em experimentação.

Título	Descritor
Utilização da videoanálise para o estudo do movimento circular e a construção do conceito de aceleração centrípeta	Este artigo propõe um resgate conceitual da força centrípeta, por meio de uma atividade experimental envolvendo videoanálise e baseada no software livre <i>Tracker</i> . Busca-se desenvolver recursos para expandir a percepção dos estudantes sobre a dinâmica do movimento de rotação, combinando experimento e abordagem teórica, num processo que ilustra aspectos importantes do próprio fazer científico, todavia, dialoga com documentos oficiais e oferece recursos para aplicação em sala de aula.
Videoanálise com o software livre <i>Tracker</i> no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton	Artigo referente a proposta de uma prática experimental para 2ª Lei de Newton e movimento parabólico, com dimensionamento de 50 Minutos para sua aplicação, da mesma forma apresenta resultados dos experimentos e destaca a facilidade da utilização do <i>Tracker</i> como potencialidade didática.
Um curso de Mecânica com o uso do programa de videoanálise <i>Tracker</i>	Este artigo apresenta uma série de experimentos de Mecânica que podem ser utilizados tanto no Ensino Médio, quanto no ciclo Básico do Ensino Superior, trata-se de uma análise inicial, segundo a autora, eles podem ser muito mais explorados.
A videoanálise como mediadora da modelagem científica no Ensino de Mecânica	Neste trabalho discutiu-se estratégias baseadas no uso da videoanálise para o desenvolvimento de atividades experimentais com vista a incorporar a modelagem científica nas aulas de Mecânica. Demonstrou-se que o uso do software livre <i>Tracker</i> , enquanto TIC mediadora de atividades experimentais permite a inclusão de elementos que instigam a uma modelagem mais elaborada, favorecendo situações de aprendizagem que remetem a um conhecimento menos fragmentado, mais contextualizado e a uma visão mais ampla e referenciada da ciência.
Movimento browniano: uma proposta do uso das novas tecnologias no ensino de Física.	Artigo com viés experimental onde a partir de uma breve descrição do movimento browniano analisou-se alguns vídeos com o <i>Tracker</i> para determinar o deslocamento médio das partículas brownianas, buscando encontrar o número de Avogadro, porém pela sua abordagem ele propõe um estudo direcionado ao ensino de Física.
Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento	Neste artigo propõe-se um experimento com viés didático de baixo custo usando apenas uma pilha média comum, uma câmera de smartphone e o software livre <i>Tracker</i> para videoanálise. Além disso, integrou-se em uma só experiência didática a medida de duas grandezas Físicas distintas, a saber, o coeficiente de atrito cinético e o coeficiente de atrito de rolamento.

Título	Descritor
Investigando o impulso em crash tests utilizando videoanálise	Motivados pelas proposições encontradas nos PCN+, os autores apontaram o programa <i>Tracker</i> como uma ferramenta para o desenvolvimento de videoanálise dos movimentos e um veículo e de seu boneco manequim motorista durante testes de colisão, com a finalidade motivacional ao profissional docente no ensino da matéria de Impulso e Colisões.
Uma abordagem por videoanálise da propagação de um pulso em uma catenária.	O objetivo deste trabalho foi criar e analisar um experimento didático barato e eficiente para a obtenção da relação entre a velocidade e a tensão de um pulso e da densidade linear de uma corda, cuja massa não fosse desprezível.

Fonte: O autor (2020).

Para o critério “Proposta de Atividades Didáticas com aplicação em sala de aula”, foram classificados 11 artigos e dissertações, correspondendo a 36% do montante total analisado, sendo estes distribuídos nas revistas Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino, Ciência e Tecnologia, além dos repositórios da UTFPR e do Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF), estas informações estão detalhadas na Tabela 3.

TABELA 3 - DISSERTAÇÕES/ARTIGOS ENCONTRADOS RELACIONADOS A CATEGORIA - PROPOSTA DE ATIVIDADES DIDÁTICAS COM APLICAÇÃO EM SALA DE AULA

Fonte	Ano	Título	Autores
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2012	Ciclos de modelagem: Uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física.	Leonardo Albuquerque Heidemann
MNPEF	2018	O uso do software educacional <i>Tracker</i> como apoio ao ensino e aprendizagem do movimento vertical de massas pontuais no primeiro ano do ensino médio.	Francisco Rafael Duarte Maciel
	2018	A utilização de vídeoanálise de sistemas físicos através do software <i>Tracker</i> : uma alternativa para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de tópicos de Física.	Walmir Jacinto de Sousa
R.B.Ensino Ciência e Tecnol.	2015	Uma análise semiótica de atividades de modelagem matemática mediadas pela tecnologia	Karina Alessandra Pessôa da Silva, Adriana Helena Borssoi, Lourdes Maria Werle de Almeida

Fonte	Ano	Título	Autores
	2017	Um estudo de caso explanatório sobre o desenvolvimento de atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica para o ensino de Física	Leonardo Albuquerque Heidemann, Ives Solano Araujo, Eliane Angela Veit
Repositório UTFPR	2014	Uso e divulgação do software livre <i>Tracker</i> em aulas de Física do ensino médio	Oliveira, Fábio Anastácio de
	2014	Experimentos sobre leis de conservação para o ensino de Física no ensino médio baseados em tecnologias livres	Meucci, Ricardo Dalke
	2015	Objetos de ensino, suas potencialidades e dificuldades para aprendizagem de Física no ensino médio	Matsunaga, Fausto Hideki
	2015	Gênero de raciocínio de laboratório no ensino de Física: especulação complexa de tipos da Física no manuseio de atividades experimentais artesanais e tecnológicas	Muchenski, Julio Cesar
	2016	Ensino de Física moderna e contemporânea baseado em atividades de laboratório mediadas pela utilização de um software de videoanálise e modelagem	Peres, Marcus Vinicius
	2016	Inserção de conceitos de dinâmica rotacional no ensino médio através do laboratório não estruturado mediado por videoanálise	Barbosa, Wilton Gimenes

Fonte: O autor (2020).

Analisando os trabalhos relacionados ao critério de propostas de atividades didáticas com aplicação em sala de aula, nota-se um volume maior de registros relacionados a dissertações de mestrado, com aplicação no Ensino Médio e Superior.

A seguir na Tabela 4, serão apresentados descritores de cada registro.

TABELA 4 - DESCRITORES REFERENTE AOS REGISTROS DA TABELA 3

Título	Descritor
Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física	Este artigo defende o desenvolvimento de ciclos de modelagem, conduzidos a partir das ideias de David Hestenes, como uma alternativa para nortear propostas didáticas que integrem atividades experimentais e atividades baseadas em simulações computacionais. Apresenta a utilização do <i>Tracker</i> e do <i>Modellus</i> como uma estratégia de estímulo a validação de modelos teóricos dominando diferentes tipos de ferramentas de representação. Tem sua validação feita com uma turma do Mestrado Profissional em Ensino de Física.
O uso do software educacional <i>Tracker</i> como apoio ao ensino e aprendizagem do movimento vertical de massas pontuais no primeiro ano do ensino médio.	Este trabalho apresenta uma alternativa metodológica no processo de ensino e aprendizagem analisando o uso do software <i>Tracker</i> como ferramenta educacional no estudo do movimento vertical de massas pontuais no primeiro ano do ensino médio.
A utilização de vídeo análise de sistemas físicos através do software <i>Tracker</i> : uma alternativa para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de tópicos de Física	O presente trabalho propõe o desenvolvimento de um recurso didático que busca ofertar um processo de ensino e aprendizagem mais atraente, utilizando os sistemas computacionais, haja vista que, atualmente, os computadores fazem parte do cotidiano de grande parte dos seres humanos. Para isso, propõe a aplicação do Software <i>Tracker</i> , que realiza coleta de dados e plotagem de gráficos de sistemas físicos em geral, através de vídeo análise, sendo constituído de plataforma híbrida, além de ser de livre acesso.
Uma análise semiótica de atividades de modelagem matemática mediadas pela tecnologia	Neste trabalho apresentou-se uma análise de atividades de modelagem matemática mediadas pelo uso das TIC, mais especificamente o <i>Tracker</i> . Levando em consideração que a modelagem é uma alternativa pedagógica na qual fazemos uma abordagem matemática para fenômenos não essencialmente matemáticos foi aplicado um minicurso onde houve duas atividades na qual o fenômeno em estudo corresponde ao percurso realizado por um objeto lançado para o alto e à frente e o realizado por um carrinho de fricção.
Um estudo de caso explanatório sobre o desenvolvimento de atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica para o ensino de Física	Esta investigação tem por objetivo avaliar atividades experimentais delineadas com o intuito de associar teoria e prática no ensino de Física por meio do enfoque no processo de modelagem científica. O caso investigado neste estudo foi uma turma matutina de uma disciplina experimental do segundo semestre de cursos de graduação em Física, abarcando conteúdos de oscilações mecânicas, fluidos e termodinâmica.

Título	Descritor
Uso e divulgação do software livre <i>Tracker</i> em aulas de Física do ensino médio	<p>O presente trabalho apresenta uma aplicação em sala de aula do software livre <i>Tracker</i>, que é destinado à videoanálise, ou análise de movimentos quadro a quadro.</p> <p>A proposta foi aplicada em turmas do 1.o ano do Ensino Médio em uma escola pública estadual de Curitiba que atende alunos de uma região carente e com grande risco social.</p>
Experimentos sobre leis de conservação para o ensino de Física no ensino médio baseados em tecnologias livres	<p>Esta pesquisa verifica a possibilidade de uso das Tecnologias da Informação e Comunicação, baseados em tecnologias livres, no estudo das leis de conservação no ensino médio, de proporcionar aprendizagem significativa, de acordo com o referencial de Ausubel.</p> <p>Quatro atividades foram elaboradas, usando a técnica de videoanálise, e realizadas por alunos dos segundos anos do ensino médio no Colégio da Polícia Militar do Paraná, durante o ano de 2013.</p>
Objetos de ensino, suas potencialidades e dificuldades para aprendizagem de Física no ensino médio	<p>Nessa dissertação investiga-se o processo de ensino-aprendizagem empregando um objeto de ensino, o aplicativo conhecido como <i>Tracker</i>, que utiliza recursos tecnológicos, através do vídeo análise, a fim de favorecer a interação entre os experimentos de laboratório de Física com recursos de imagens e vídeo.</p> <p>Esta pesquisa fundamentou-se em autores como David Ausubel, Carl Rogers, Marco Antônio Moreira, Pozo e Crespo, além de ter como objetivo verificar a importância das atividades utilizando os recursos do aplicativo e a mediação na aplicação das atividades desenvolvidas com os alunos da primeira série do ensino médio.</p>
Gênero de raciocínio de laboratório no ensino de Física: especulação complexa de tipos da Física no manuseio de atividades experimentais artesanais e tecnológicas	<p>Este trabalho trata de uma pesquisa qualitativa sobre a mediação de roteiros no ensino-aprendizagem do experimento da segunda lei de Newton.</p> <p>Para auxiliar neste problema buscamos principalmente os estudos de Gaston Bachelard, Paulo Freire, Thomas S. Kuhn, Ian Hacking, Neill Postman e Kim Vicente. Trabalho realizado com alunos do Colégio Estadual do Paraná, durante o ano de 2015.</p>
Ensino de Física Moderna e contemporânea baseado em atividades de laboratório mediadas pela utilização de um software de videoanálise e modelagem	<p>Este trabalho visa a utilizar a videoanálise para dar suporte a experimentos de Física Moderna, com a intenção de torná-los disponíveis à comunidade, por meio de um Recurso Educacional Aberto (REA). Em complemento ao desenvolvimento do produto, também foi realizada pesquisa de validação do material, caracterizada pela aplicação de questionários para professores e estudantes.</p> <p>A análise das respostas e dos dados obtidos ocorreu de maneira qualitativa, de acordo com referenciais da área de Ensino.</p>

Título	Descritor
Inserção de conceitos de dinâmica rotacional no ensino médio através do laboratório não estruturado mediado por videoanálise	<p>Nessa dissertação investiga-se a viabilidade de transposição didática do conteúdo de dinâmica rotacional para o ensino médio, utilizando-se dos conceitos do laboratório não estruturado mediado por videoanálise.</p> <p>Esta pesquisa fundamentou-se nos princípios da transposição didática de José de Pinho Alves Filho, que inicialmente foram trabalhadas por Chevallard, e nas competências e habilidades apontadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais.</p> <p>Para isso, três atividades experimentais foram realizadas com alunos da segunda série do ensino médio de um colégio da rede particular de Curitiba.</p>

Fonte: O autor (2020).

Para o critério “Utilização do *Tracker* para fins não didáticos”, foram classificados 9 artigos e dissertações, correspondendo a 31% do montante total analisado, sendo estes distribuídos nas revistas Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Física na Escola, e Revista Brasileira de Ensino, Ciência e Tecnologia, estas informações estão detalhadas na Tabela 5.

TABELA 5 - DISSERTAÇÕES/ARTIGOS ENCONTRADOS RELACIONADOS A CATEGORIA - UTILIZAÇÃO DO *TRACKER* PARA FINS NÃO DIDÁTICOS

Fonte	Ano	Título	Autores
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2017	Estudo da vazão de uma fonte por meio da videoanálise: uma proposta utilizando recipientes na forma de prismas regulares	Erick dos Santos Silva, André Rubens Lima
Física na Escola - SBF	2016	Estudo das cores com Arduino Scratch e <i>Tracker</i>	Marisa Almeida Cavalcante; Anderson de Castro Teixeira; Mariana Balaton
R.B.Ensino de Física	2010	Dinâmica de relaxação em meios dielétricos: uma aplicação envolvendo osciladores harmônicos.	DOFF, Adriano; FIGUEIRA, Jalves S. and GENTILINI, Jean C..
	2011	Análise digital de vídeos de objetos em queda no ar em líquidos usando <i>Tracker</i>	SIRISATHITKUL, C.; GLAWTANONG, P.; EADKONG, T. and SIRISATHITKUL, Y.
	2014	Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do “ <i>Tracker</i> ”	BONVENTI JR., Waldemar and ARANHA, Norberto.

Fonte	Ano	Título	Autores
	2014	As múltiplas faces da dança dos pêndulos.	JESUS, V.L.B. de and BARROS, M.A.J.
	2014	O experimento didático do lançamento horizontal de uma esfera: Um estudo por videoanálise.	JESUS, V.L.B. de and SASAKI, D.G.G..
	2015	A descrição do funcionamento de um motor Homopolar linear e suas aplicações: Ilustrando o funcionamento de um acelerador de partículas	Adriano Doff, Romeu M. Szmoski
	2017	Estudo da relação entre o movimento circular uniforme e o movimento harmônico simples utilizando a videoanálise de uma roda de bicicleta	E. S. Silva

Fonte: O autor (2020).

Analisando os trabalhos relacionados ao critério de utilização do *Tracker* para fins não didáticos, reforça também o fato do software ser uma ferramenta laboratorial com muitas potencialidades, nota-se tal fato, de forma breve, pelos descritores apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 - DESCRITORES REFERENTE AOS REGISTROS DA TABELA 5

Título	Descritor
Estudo da vazão de uma fonte por meio da videoanálise: uma proposta utilizando recipientes na forma de prismas regulares	O trabalho discute os resultados de uma videoanálise utilizada para investigar a vazão de uma fonte de água que alimenta diferentes recipientes, na forma de prismas regulares.
Estudo das cores com Arduino Scratch e <i>Tracker</i>	Este trabalho apresenta um experimento de espectroscopia didático de baixo custo e fácil montagem para auxiliar o entendimento dos conceitos físicos ligados à luz e às cores. Para análise espectral utilizou-se o <i>Tracker</i> como ferramenta para determinação dos comprimentos de onda envolvidos.
Dinâmica de relaxação em meios dielétricos: uma aplicação envolvendo osciladores harmônicos.	Neste artigo explora-se o estudo de um modelo para descrição da polarização dielétrica que é baseado na dinâmica de um oscilador amortecido. O modelo em questão pode ser utilizado como um exemplo de aplicação de conhecimentos elementares a descrição de sistemas físicos mais complexos. O <i>Tracker</i> é utilizado para fins de análise e obtenção de dados.

Título	Descritor
Análise digital de vídeos de objetos em queda no ar em líquidos usando <i>Tracker</i>	Trata-se de um artigo com viés experimental onde movimento de queda de objetos em meios líquidos foram registrados por uma câmera digital convencional e analisado pelo <i>Tracker</i> . Foi registrada a posição dos objetos a cada 33ms em uma série de imagens, onde obtiveram a velocidade média. Foi realizado a mesma experiência no ar, onde verificou-se que o deslocamento era proporcional ao quadrado do tempo.
Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do “Tracker”	Este artigo apresenta os resultados da análise de medidas do momento de inércia de uma ripa. O experimento foi filmado com um smartphone e os dados analisados pelo software livre <i>Tracker</i> . Sua ênfase é experimental para concluir a potencialidade do Software que viabiliza o estudo de movimentos com uma boa precisão.
As múltiplas faces da dança dos pêndulos.	Artigo com viés experimental com foco no estudo da dança dos pêndulos e feito pela técnica de videoanálise que permite visualizar o movimento quadro a quadro utilizando o software livre <i>Tracker</i> , tornando possível confrontar o modelo teórico proposto com os dados experimentais obtidos.
O experimento didático do lançamento horizontal de uma esfera: Um estudo por videoanálise.	Este artigo apresenta uma tratativa diferenciada para o experimento tradicional de lançamento de uma esfera, onde considera tanto a curvatura da plataforma de lançamento, quanto o efeito das bordas e outros possíveis ruídos, com o objetivo de obter um resultado mais preciso, porém para tal, apresenta-se a videoanálise utilizando o <i>Tracker</i> como solução experimental e análise dos dados.
A descrição do funcionamento de um motor Homopolar linear e suas aplicações: Ilustrando o funcionamento de um acelerador de partículas	Trata-se de um artigo com viés experimental que explora a utilização de um motor homopolar linear com o objetivo de ilustrar o princípio de funcionamento de um acelerador de partículas. O <i>Tracker</i> é utilizado para análise dos dados gerados através de uma filmagem realizada com a câmera de um aparelho celular.
Estudo da relação entre o movimento circular uniforme e o movimento harmônico simples utilizando a videoanálise de uma roda de bicicleta	Neste artigo são discutidos os resultados de uma videoanálise que permite estudar a relação entre o movimento circular uniforme (MCU) e o movimento harmônico simples (MHS), a partir da filmagem do movimento circular de uma roda de bicicleta.

Fonte: O autor (2020).

Outra forma de análise que foi realizada, foi com base quantitativa, classificando-a por ano, revista, quantitativos e dados acumulados, e isso será demonstrado a seguir. Na Tabela 7 tem-se uma visão geral desses resultados, contendo as estatísticas levantadas.

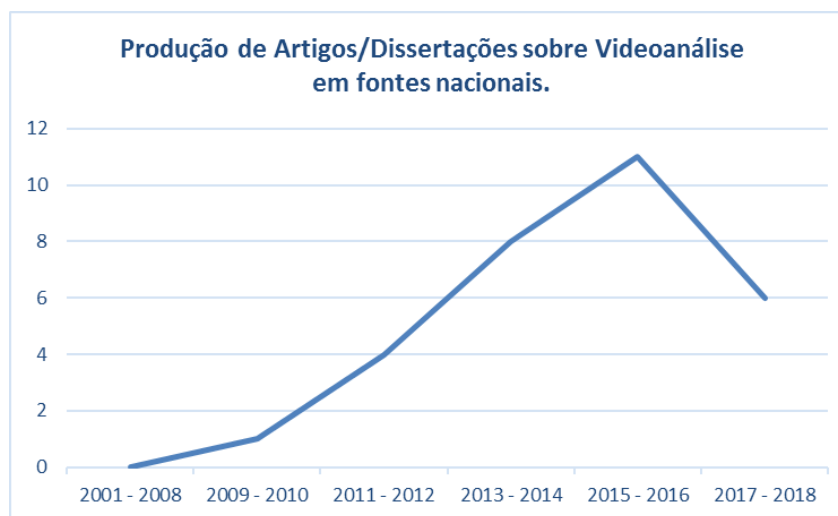
TABELA 7 - ARTIGOS E DISSERTAÇÕES

Ano	Total
2001 - 2008	0
2009 - 2010	1
2011 - 2012	4
2013 - 2014	8
2015 - 2016	11
2017 - 2018	6
Total	30

Fonte: O autor (2020).

Percebe-se, pelos dados da Tabela 7, que tem havido um crescente interesse na academia pela pesquisa do tema videoanálise, com aumento significativo de trabalhos a partir de 2013. Esta tendência pode ser mais bem visualizada no gráfico da Figura 11.

FIGURA 11 - DEMONSTRAÇÃO GRÁFICA DA TABELA 7, REFERENTE À TENDÊNCIA DE CRESCIMENTO DAS PESQUISAS SOBRE O TEMA “VIDEOANÁLISE”.



Fonte: O autor (2020).

Na tabela 8, são apresentados os periódicos nos quais o tema videoanálise vem sendo explorado, de modo que algumas das fontes de informação mais significativas referentes ao tema possam ser identificadas.

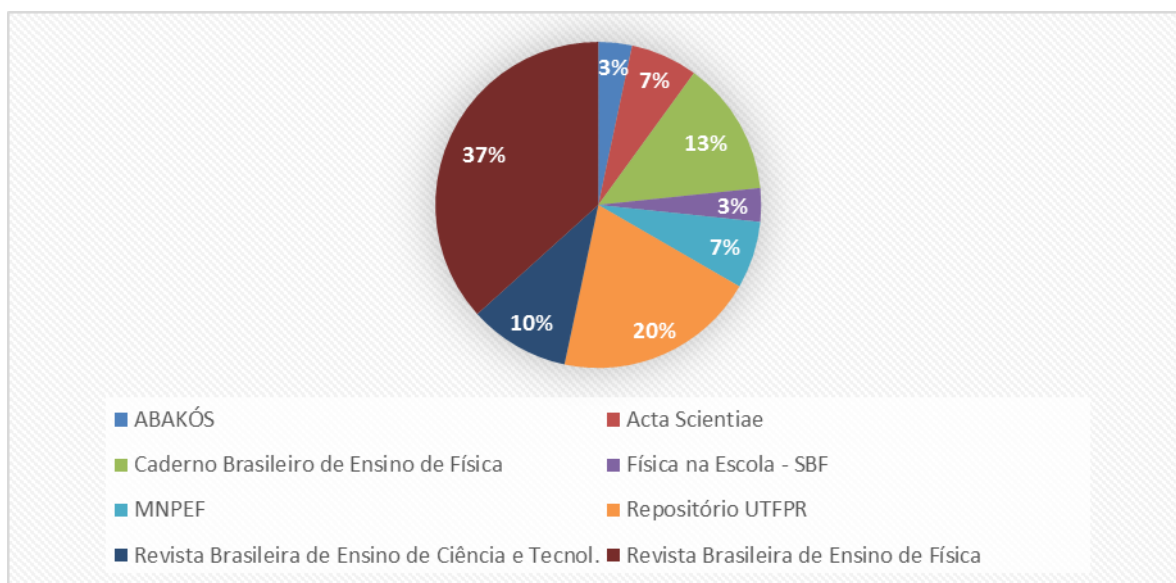
TABELA 8 - QUANTITATIVOS POR FONTE DE PESQUISA (FONTE: AUTORES)

Fonte	Quantidade
ABAKÓS	1
Acta Scientiae	2
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	4
Física na Escola - SBF	1
MNPEF	2
Repositório UTFPR	6
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnol.	3
Revista Brasileira de Ensino de Física	11

Fonte: O autor (2020).

Para uma melhor visualização, os dados da Tabela 8 são também expostos na Figura 12, em seguida.

FIGURA 12 - DEMONSTRAÇÃO GRÁFICA DA TABELA 8, PARA IDENTIFICAÇÃO DOS VEÍCULOS EM QUE PESQUISAS SOBRE VIDEOANÁLISE TÊM SIDO PUBLICADAS NO BRASIL.



Fonte: O autor (2020).

Do ponto de vista qualitativo, os artigos e dissertações apresentados foram associados aos mais diversos tópicos de Física, tais como: Cinemática, Dinâmica, Estática, Hidrodinâmica, Ondulatória, Hidrostática, Óptica, Física Matemática, Física Moderna, Eletricidade e Magnetismo além de Física de Partículas. Portanto, reforça-se o conceito de que a videoanálise tem potencial para ser um forte apoio didático,

principalmente com a utilização do *Tracker* enquanto REA.

Desta forma, um dos objetivos iniciais deste projeto de pesquisa foi parcialmente obtido: realizar um mapa de uso da videoanálise no Brasil, ainda que fique evidente o potencial desta tecnologia no ensino, para que haja uma apropriação significativa, o docente que a utiliza precisa estar inserido no conceito das TIC, pois, juntamente com o *Tracker* existem outros diversos recursos que podem ser associados para um melhor entendimento dos conteúdos de Física.

Por isso a importância de uma reflexão a respeito das TIC na formação de professores e na sala de aula de Física, além da estruturação baseada em documentos oficiais.

2.4.1 CONFECÇÃO DO CATÁLOGO WEB COMO FERRAMENTA DE GESTÃO DOCUMENTAL

Esta pesquisa iniciou-se com a revisão sistemática da literatura, a pedido do orientador, para que houvesse uma ambientação sobre o cenário das pesquisas envolvendo videoanálise no Brasil.

A forma de trabalho inicial foi o conjunto de Planilha + Sistema de Arquivos, ou seja, controle de pastas, mas para todo artigo teria que fazer registros duplos.

Nesse momento surgiu uma oportunidade de desenvolver um sistema simples Web para gestão desses documentos e compartilhar com membros internos do grupo Tracker-Brasil.

O conhecimento para o desenvolvimento desse sistema, foi um acúmulo de estudos realizados na área de Gestão da Informação agregado ao desenvolvimento de sistemas oriundo da experiência profissional.

De acordo com Giandon et al. (2001), o Gerenciamento Eletrônico de Documentos (GED) é realizado através de um conjunto de elementos (hardware e softwares específicos) que gerenciam todo o ciclo de vida de um documento. As atividades do ciclo de vida de um documento podem ser nomeadas como: criar, aprovar, revisar, processar, arquivar e distribuir documentos.

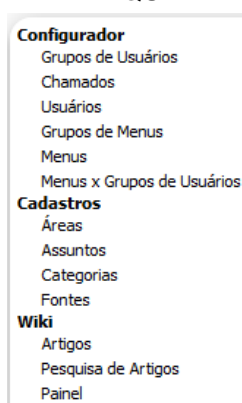
No GED criam-se tipos ou padrões de documentos que são associados a índices para pesquisa e recuperação que permitem localizar rapidamente o documento.

Para desenvolvimento desta aplicação foi utilizado linguagem de programação PHP com paradigma orientado a objetos, com um padrão MVC, possibilitando o desenvolvimento de telas de forma mais otimizada. O Banco de Dados utilizado é o MySQL, com hospedagem realizada em domínio próprio.

A aplicação possui um sistema de autenticação próprio, onde usuário com perfil de Administração pode cadastrar outros usuários e senhas para acesso.

O sistema possui 3 módulos de menus, sendo eles demonstrado conforme Figura 13:

FIGURA 13 – HIERARQUIA DE MENUS



Fonte: Autor (2020)

Os 3 módulos principais são:

- a) **Configurador:** onde neste possuímos as entidades “pais” do sistema, como os usuários cadastrados, os menus, os grupos de menus, os grupos de usuário para acesso, além do relacionamento de Grupo de Usuário x Menus, onde nesse nível define-se quais menus estarão disponíveis para quais grupos de usuário.
- b) **Cadastro:** nesse módulo define as entidades que classificarão o documento a ser cadastrado, onde temos – Áreas, Assuntos, Categorias e Fontes.
- c) **Wiki:** nesse módulo temos a interface para cadastro dos artigos, pesquisa dos mesmos e o Painel com a compilação dos dados.

Todas as telas do sistema são padrões, seja a tela para lista de dados, como telas de cadastro. As telas de lista de dados, como exemplificado na Figura 14, possuem um formato de dados planilha, com a possibilidade de edição e busca fixados.

FIGURA 14 – LISTA DE ASSUNTOS

Assuntos

ID	Nome	Ação
1	MEC-CINEMÁTICA-Velocidade	 
2	MEC-CINEMÁTICA-Movimento Uniforme	 
3	MEC-CINEMÁTICA-Movimento Uniformemente Variado	 
4	MEC-CINEMÁTICA-Movimento Vertical	 

Fonte: Autor (2020)

As telas de cadastro de dados, a exemplo da Figura 15, possuem a descrição do campo de entrada a esquerda e o campo de entrada a direita, com o botão “Salvar” na parte inferior da tela.

FIGURA 15 - CADASTRO DE FONTES E ARTIGOS

Fonte

Nome: Caderno Brasileiro de Ensino de Física

Link de Acesso: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>

Nacional/Estrangeira: Nacional

Comentário

Histórico de pesquisa:
31/03/2019 - <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/search>

Artigo

Dados do Artigo

Fonte: Caderno Brasileiro de Ensino de Física

Título: Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segundo

Data: 01/04/2012

Autores: Arandá Gomes Bezerra Jr, Leonardo Prestato de Oliveira, Jorge Alberto Lenz, Nestor Saavedra

Categoria: Artigos Originais

Áreas

- Mecânica - Cinemática
- Mecânica - Dinâmica
- Mecânica - Estática
- Mecânica - Hidrostática
- Mecânica - Hidrodinâmica

Assuntos

- MEC-CINEMÁTICA-Velocidade
- MEC-CINEMÁTICA-Movimento Uniforme
- MEC-CINEMÁTICA-Movimento Uniformemente Variado
- MEC-CINEMÁTICA-Movimento Vertical

Informações Complementares

Resumo

A utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino de física é um caminho que desperta crescente interesse, quer seja por sua real utilização nos espaços formais de ensino, quer seja pelos trabalhos de pesquisa em ensino apresentados à comunidade. O uso crítico e referenciado das TIC pode colaborar com uma aprendizagem mais efetiva e potencializar oportunidades de uma educação para a emancipação e a autonomia, especialmente quando conjuga qualidade acadêmica e tecnologias livres. Nesse sentido, destacamos a importância da realização de atividades experimentais significativas em aulas de física mediadas por tecnologias educacionais livres que apresentem, ao mesmo tempo, qualidade, flexibilidade de uso e baixo custo. Os eixos de atuação são a realidade educacional brasileira.

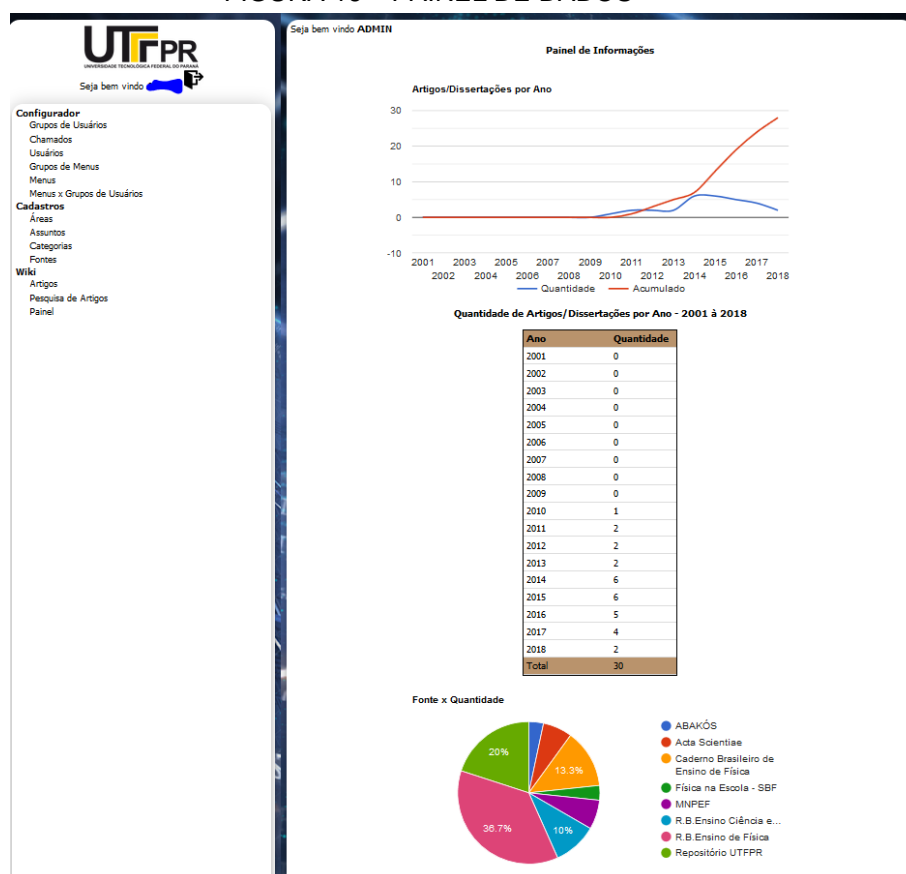
Palavras-chave: Videoanálise, Tracker, Atividades experimentais em Física, Tecnologias de informação e comunicação, Softwares livres.

Comentários

Fonte: Autor (2020)

Por fim, com a compilação de tudo que foi cadastrado, o sistema gera resumos e gráficos para uma análise mais breve, possibilitando que decisões possam ser tomadas a partir destes dados, sendo estes demonstrados no Painel de Dados da Figura 17.

FIGURA 16 – PAINEL DE DADOS



Fonte: Autor (2020)

Para ações futuras, esse catálogo será transferido para o domínio que está sendo criado para o Tracker-Brasil, juntamente com sua base de dados e disponibilizado para atualização com dados além dos que foram coletados com a revisão sistemática da literatura deste projeto.

2.5 O USO DAS TIC NO ENSINO DE FÍSICA DE ACORDO COM OS DOCUMENTOS OFICIAIS.

A implementação da Base Nacional Comum Curricular exige dos professores um conhecimento histórico e epistemológico sobre a Natureza da Ciência para o planejamento e desenvolvimento de ações pedagógicas consistentes com o documento. Nele, destaca-se a contextualização dos saberes, reconhecendo que o cenário no qual os estudantes estão inseridos é frutífero para o ensino de Ciências (TEFFEN, 2016).

As competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o ensino médio, na BNCC são:

1 - Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. 2 - Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis. 3 - Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BNCC, 2019, p.553)

Nesse contexto nota-se o diálogo que a BNCC faz quanto as TIC e no que tange a videoanálise, pois o fato de “investigar situações-problema” e “avaliar aplicações do conhecimento científico”, são contextos que o *Tracker* viabiliza com a sua utilização, pois a proposta é justamente essa, dialogar com o cotidiano do aluno através de vídeos do dia-a-dia e investigação da Física por trás daquele fenômeno observado.

Interessante ressaltar agora que as Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná da disciplina de Física mencionam justamente que

...não se trata mais de ser a favor ou contra, usar ou não usar, mas de planejar o uso do recurso tecnológico conforme a necessidade, a serviço de uma formação integral dos sujeitos, de modo a permitir o acesso, a interação e, também, o controle das tecnologias e de seus efeitos (PARANÁ, 2008).

Nota-se nesse trecho uma postura que afirma que a tecnologia é uma realidade, portanto, não é questão de analisar a sua utilização ou não, mas sim de encaixá-la de alguma forma no planejamento pedagógico.

Da mesma forma que Paraná (2008 apud Oliveira, 2001, p. 101-102) relata que as tecnologias são produtos da ação humana, historicamente construídos, expressando relações sociais das quais dependem, mas que também são influenciados por eles, os produtos e processos tecnológicos também são considerados artefatos sociais e culturais, que carregam consigo relações de poder, intenções e interesses diversos.

Vale ressaltar também que existe uma preocupação quanto à questão de animação x simulação, explicitando a potencialidade didática que animações e simulações podem contribuir de forma positiva para o ensino de Física, auxiliando na demonstração e visualização de conceitos abstratos, quando visto somente em livros didáticos, além de permitir uma interatividade com e por parte do aluno.

Novamente expõe-se o que a videoanálise com o *Tracker* se propõe a trazer o aluno para a primeira pessoa no processo de ensino-aprendizagem, pois, através do uso do software, ele pode compreender fenômenos do mundo real com mais clareza e detalhes e de um modo investigativo que é envolvente.

Porém, para concluir a visão da informática na Física, exposta nas Diretrizes Curriculares Estaduais de Física (2008), é importante que o recurso tecnológico esteja em acordo com o plano de trabalho do professor, pois o computador, o livro, o filme, a TV, são instrumentos e recursos para o ensino e não substituem o trabalho do docente, que deve ser capaz de articular os recursos didáticos com intencionalidade em suas aulas.

Segundo Veit (2002), a utilização das novas tecnologias na educação está muito defasada em relação ao seu uso científico - também em nível internacional - mas o que se espera e se preconiza no PCNEM, é que as tecnologias específicas de cada área venham a ser incorporadas no seu processo ensino/aprendizagem.

Dentre as habilidades e competências que constam no PCNEM na área de Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, existem várias que se enquadrariam pelo uso da modelagem no processo de ensino-aprendizagem, especialmente ao se utilizar um software para tal funcionalidade. Para tal, sugere-se o *Tracker*, que dialoga com algumas frentes destacadas pelos PCNEM, sendo elas:

- a) Compreender enunciados que envolvam códigos e símbolos físicos; Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
- b) Expressar-se corretamente utilizando a linguagem Física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.
- c) Elaborar sínteses ou esquemas estruturados dos temas físicos trabalhados.
- d) Desenvolver a capacidade de investigação Física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.
- e) Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias Físicas.
- f) Construir e investigar situações-problema, identificar a situação Física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.

Por fim, ressalta-se a importância do seguinte trecho do PCNEM (1999 p. 61), que menciona que o diálogo com o cotidiano do aluno propicia que o conhecimento em Física deixa de constituir um objetivo em si mesmo, mas passa a ser compreendido como um instrumento de compreensão do mundo, não apresentando ao jovem somente a sua existência, mas sim como mais uma ferramenta que o auxilie na sua forma de pensar e agir.

3 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados a natureza da pesquisa, a forma como a proposta foi desenvolvida, aula a aula, com os materiais e roteiros de forma simplificada, os instrumentos para coleta de dados, além da validação da proposta.

3.1 NATUREZA DA PESQUISA

A pesquisa é qualitativa, pois

considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem. (SILVA; MENEZES, 2005, p. 20.)

A natureza da pesquisa será aplicada, pois “tem o objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos” (Silva; Menezes, 2005, p.20), além disso ela não possui uma preocupação com expressividade numérica, mas sim um interesse na compreensão do grupo. Pesquisas dessa natureza são centradas em características da realidade quantificáveis, focando apenas na compreensão e explicação de motivação social.

Segundo Gunther (2006) a pesquisa qualitativa pode ser dividida em cinco atributos estruturais sendo eles:

- a) Características gerais.
- b) Coleta de Dados.
- c) Objeto de Estudo.
- d) Interpretação de Resultado.
- e) Generalização.

A pesquisa em si pode ser considerada como um ato subjetivo de construção e, para esta abordagem qualitativa, temos como essência a descoberta e a construção de teorias, além de que há uma produção de textos e esses são interpretados de forma hermenêutica, ou seja, segundo a interpretação das palavras, dos textos e dos autores em geral.

Um ponto de comparação entre a pesquisa qualitativa e a pesquisa quantitativa é o de estudar um determinado fenômeno físico no cotidiano, ou de forma natural versus estudá-lo no laboratório, através de simulações. Gomes (2005) define que na pesquisa qualitativa existe uma relativa falta de controle de variáveis estranhas ou, ainda, a constatação de que não existem variáveis interferentes e irrelevantes.

Por conta desta natureza de pesquisa, escolheu-se adotar então o formato de oficinas de ensino, pois pressupõe-se que o professor não detém o conhecimento total do que está sendo ensinado, mas sim, que vai oportunizar aquilo que os participantes necessitam saber e, muitas vezes, a criação do conhecimento se dá de forma coletiva. Neste processo, ocorrem descobertas e vislumbram-se novas oportunidades didáticas, pois a oficina tem uma abordagem centrada no aprendiz e na aprendizagem e não no professor. Este aspecto será abordado na proposta de trabalho desenvolvida.

3.2 PROPOSTA DE TRABALHO DESENVOLVIDA

O processo iniciou-se em uma revisão sistemática de literatura sobre o *Tracker* para aprofundamento do tema, incluindo conhecer o que já foi desenvolvido no âmbito do PPGFCET, por meio de dissertações de ex-alunos. Foi levantado também referencial teórico sobre TIC, Objetos de Aprendizagem, Recursos educacionais abertos, práticas experimentais na Física e formação de Professores.

No que tange aos roteiros experimentais, foram utilizados materiais já desenvolvidos, seja por egressos do PPGFCET, ou por material elaborado pelo grupo de pesquisa do *Tracker* atuante na UTFPR (TRACKER-BRASIL, 2019).

O referencial mencionado será baseado em dissertações, artigos, livros e teses, particularmente aqueles referentes aos trabalhos desenvolvidos no âmbito do PPGFCET da UTFPR.

Com todo esse material em mãos, optou-se por realizar oficinas de ensino de videoanálise. Piavani (2009) define como oficina uma forma de construir conhecimento com ênfase na ação, da mesma forma que destaca que é uma oportunidade de vivenciar situações concretas e significativas, baseada no tripé: pensar-sentir-agir. Nesse sentido, a metodologia da oficina muda o foco tradicional da aprendizagem (cognição), passando a incorporar a ação e a reflexão.

A oficina tem como base duas finalidades:

- a) Articulação de conceitos, pressupostos e noções com ações concretas.
- b) Vivência e execução de tarefas em equipe, isto é, construção coletiva de saberes.

Uma característica importante das oficinas é que elas pressupõem um planejamento inicial, todavia elas ganham formato durante a sua execução, pois assumem abordagens diferenciadas de acordo com o público participante. O planejamento prévio deve ser maleável o suficiente para que assuma esse modo metamórfico. Entretanto, a partir de uma negociação inicial com os alunos, estabelecem-se tarefas para resolução ao longo delas, como a produção de materiais, execução de experimentos e reflexão crítica a respeito do que foi desenvolvido.

As técnicas utilizadas são bastante variadas, inclusive propõe-se que os trabalhos sejam feitos em grupos para promover a interação entre os participantes, sempre com foco na prática, logo, a construção de conhecimento e as atividades decorrem das habilidades, interesses, necessidades, valores e julgamentos dos participantes, adequando assim o formato da oficina ao público.

Após a compreensão do material que foi levantado e das etapas necessárias para se desenvolver essa oficina, concentrou-se os esforços em elaborar uma Sequência Didática juntamente com um roteiro experimental que abordasse vários conteúdos em uma única prática.

O grupo *Tracker-Brasil* ministrou diversas oficinas desde a sua criação, porém de formatos variados, para públicos diversos, então, foi feito um apanhado de todo esse material, para que fosse criado um formato único e maleável para execução. Além disso, houve a definição de um roteiro padrão incluindo um experimento que pudesse ser aplicado em diversas situações, de modo a abarcar uma série de conteúdos importantes e com o condão de ser realizado em aulas de curta duração. Este roteiro foi denominado “Experimento Inovador e Integrador” e será descrito no item 3.7 deste trabalho.

Elaborado, portanto, todo o material para a Oficina, oportunizou-se pelo departamento de Física da UTFPR (câmpus Curitiba) a realização da oficina durante a semana de formação pedagógica de 2020 para os docentes. Foram preparados, então, os slides para a apresentação, além de organizados os recursos materiais necessários para a demonstração inicial envolvendo o assunto “queda livre” e a

realização do “Experimento Inovador e Integrador”. O início do desenvolvimento da proposta decorreu durante as aulas de Metodologia de Pesquisa, ainda no primeiro semestre de 2019, e encerrou de forma efetiva em 31 de Março de 2020, após a aplicação da oficina, após o que foi realizada a análise e interpretação dos dados construídos.

3.3 CONTEXTO E COLABORADORES DA PESQUISA

A pesquisa, particularmente a realização da oficina, foi realizada na cidade de Curitiba, capital do estado do Paraná, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba, no bairro Rebouças, região central da cidade. A escolha se deu pelo fato da oportunidade que foi oferecida pelo Departamento de Física de proporcionar um curso de formação continuada com foco na utilização de videoanálise com o software *Tracker*. Ocorreu na “X Jornada de Formação Docente UTFPR-CT - Aperfeiçoamento da Docência no Ensino Superior”, para os docentes que lecionam matérias de cunho experimental, inclusive proporcionando a ampliação dos horizontes para um melhor aproveitamento dos materiais e equipamentos existentes nos laboratórios, através de experimentos “casados”, combinando *Tracker* e experimentos convencionais.

A pesquisa se deu com professores dos cursos de Licenciatura e Engenharia da instituição, além de professores das turmas remanescentes de ensino médio técnico. O número de participantes foi de 8, das mais diversas faixas etárias e tempos de experiência na área de docência.

Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), tendo sido garantida a manutenção de anonimato.

3.4 INSTRUMENTOS DE CONSTITUIÇÃO DE DADOS

Os instrumentos escolhidos para constituição dos dados foram Diários de Bordo e Questionário de Usabilidade do Software. Os diários de bordo são preenchidos ao final de cada encontro pelo pesquisador, com a finalidade de registrar todos os fatos ocorridos durante a oficina, da mesma forma que as impressões e ideias de melhoria do trabalho.

Optou-se por um questionário voltado a usabilidade de software, pois ele está intrinsecamente ligado à qualidade do mesmo, além disso, pretende-se avaliar a

capacidade de atender a requisitos e necessidades do usuário relacionados à aprendizagem.

Importante também ressaltar que a usabilidade de software é uma preocupação específica dentro de uma preocupação maior que é a aceitabilidade prática e social do software.

Ao término das atividades, os 8 participantes responderam o questionário (Anexo B), que teve como intuito analisar a impressão que cada um teve quanto à usabilidade do *Tracker*, incluindo download, instalação e operação do software. Também foi exposto que os questionários seriam utilizados na presente pesquisa, além disso, seus nomes seriam ocultados com a finalidade de se manter o anonimato e evitar constrangimentos ou exposição.

3.5 PROPOSTA DE OFICINAS DE ENSINO DE VIDEOANÁLISE, UTILIZANDO O TRACKER, PARA PROFESSORES

A oficina pode ser direcionada a professores Física e Ciências, sejam do Ensino Superior, Médio ou fundamental. Dado que professores de outras áreas que não a Física, acabam lecionando para o 9º Ano do Fundamental II, não há critério de exclusão quanto à formação acadêmica, podendo o participante ser graduado ou com graduação em curso.

A ênfase é em metodologias de utilização da videoanálise por meio do *Tracker* para o Ensino de Física, com a utilização de sequências didáticas, visando também a possibilidade de uso de equipamentos de baixo investimento conforme apresentado em tópico anterior, propondo assim uma solução para problemas de custo de laboratório.

Optou-se pelo formato de oficina de curta duração, pois possibilita a instrução de forma prática do professor e utilização do *Tracker* como ferramenta de ensino.

A carga horária do curso é flexível, podendo variar de 4 a 12 horas, sendo estas divididas em 3 momentos, nos quais propostas de experimentos são realizadas.

Assim sendo, no primeiro momento ocorre uma atividade instrucional para apresentação do *Tracker*, entrega do Manual e exemplificação de uso com a realização da primeira proposta didática. Nos 2 momentos seguintes se dá a apresentação das propostas didáticas e a aplicação dos questionários. O diário de

bordo é elaborado ao longo da sequência de encontros e consiste na anotação de informações, perguntas e detalhes considerados relevantes para efeito da pesquisa.

A oficina prevê uma capacidade de até 12 participantes, sendo estes distribuídos em grupos, conforme a quantidade de inscritos.

Para tornar mais eficaz e prático o andamento do processo, os encontros foram divididos em 3 momentos, propostos conforme o esquema apresentado na Tabela 9.

TABELA 9 - PROPOSTA DE OFICINA DESENVOLVIDA

Organização da Oficina de videoanálise utilizando o <i>Tracker</i>		
Encontros/Momentos	Materiais Necessários	Realização
1º Encontro		
1º Momento	Materiais necessários para execução do experimento*: - Smartphone para filmagem - Notebook - Bola de borracha** (ou algo semelhante) para realização do experimento de Queda livre *Partindo da premissa que os participantes do curso estão de posse de seus smartphones e notebooks.	Alinhamento Inicial quanto à proposta do experimento Distribuição dos Kits de Carrinhos e Pistas (para as propostas 2, 3 e 4), e da bolinha (para a proposta 1) Realização do Experimento de Queda Livre pelo professor da Oficina e repetição do experimento por parte das equipes Montagem do Experimento e Realização das Filmagens Importação das Filmagens no <i>Tracker</i> “Trackeamento” Inicial e, se for o caso, refilmagem
2º Momento		Momento de confraternização e discussão quanto aos experimentos realizados
3º Momento		Apresentação dos resultados obtidos pelas equipes e discussão quanto à prática docente
Conclusão		Encerramento por parte do professor da Oficina
2º Encontro		
1º Momento	Materiais necessários para execução do experimento: - Smartphone - Notebook - Pista Hot Wheels (4,5 m) – R\$79,99 - Custo 3 carros Hot Wheels – R\$11,99 x 3 = R\$36,00 - Suporte com Base Universal e Haste – R\$66,00	Experimento com carrinhos, como por exemplo, a proposta de Experimento integrador e inovador descrita neste trabalho

	** O suporte pode ser substituído por uma pilha de livros ou algo que faça apoio à pista do Hot Wheels ** Orçamento Base disponível no Google Shopping	
2º Momento		Momento de confraternização e discussão quanto aos experimentos realizados
3º Momento		Apresentação dos resultados obtidos pelas equipes e discussão quanto à prática docente
Conclusão		Encerramento por parte do professor da Oficina
3º Encontro		
1º Momento	Nesta etapa os participantes da oficina sugerem experimentos com os materiais disponíveis. Sugere-se utilizar os carrinhos e a esfera como base para novos experimentos	Experimentos propostos pelos próprios professores
2º Momento		Momento de confraternização e discussão quanto aos experimentos realizados
3º Momento		Apresentação dos resultados obtidos pelas equipes e discussão quanto à prática docente
Conclusão		Encerramento por parte do professor da Oficina

Fonte: O autor (2020).

Os dados podem ser obtidos através de questionários com perguntas qualitativas e que serão respondidas pelos participantes durante cada encontro relacionado a cada sequência didática proposta. No primeiro encontro, é disponibilizado um questionário para levantamento de dados, a fim de caracterizar os participantes. No caso das propostas didáticas, há um questionário padrão (Anexo A) e, para análise final, é elaborado um levantamento estatístico com base nas respostas.

Ao final do último encontro ou na introdução do curso, é apresentado um panorama, na forma de seminário, de todo o trabalho que foi desenvolvido pelo TRACKER-BRASIL desde a sua criação, demonstrando as potencialidades do *Tracker* enquanto ferramenta para o Ensino de Física.

3.6 VALIDAÇÃO DA PROPOSTA

A Validação da proposta se deu através da aplicação deste modelo de oficina de ensino a 8 professores participantes da X Jornada de Formação Docente UTFPR-CT

(<https://www.even3.com.br/xjornadautfpr/>) - Aperfeiçoamento da Docência no Ensino Superior, no Departamento de FÍSICA da UTFPR-CT. O objeto era promover a capacitação continuada do corpo docente da instituição nas mais variadas áreas correlatas ao processo de ensino e aprendizagem em nível superior, bem como oportunizar espaços de discussão de assuntos pertinentes a políticas institucionais que afetem o dia a dia profissional dos interessados.

Os participantes realizaram os experimentos, utilizaram o software e preencheram os questionários conforme consta no Anexo B deste trabalho. Além disso, em momento anterior, em reuniões do grupo de pesquisa Tracker-Brasil, na UTFPR, também buscou-se validar os experimentos que seriam propostos e realizados durante a oficina, sendo o principal deles o então denominado “Experimento Integrador e Inovador”. Nestes encontros de preparação, o grupo realizou experimentos repetidas vezes, seguindo e aperfeiçoando o roteiro, a fim de desenvolver as habilidades necessárias para aplicação em sala de aula e nas oficinas.

3.7 PROPOSTA DIDÁTICA DE UM EXPERIMENTO INTEGRADOR E INOVADOR UTILIZANDO O *TRACKER*

O que move a ciência é a curiosidade, sem ela o avanço científico não aconteceria, pois foi a partir dela que pensadores, inventores, cientistas criaram e inovaram, e Freire (2018), em *Pedagogia da Autonomia*, ressaltou a importância da curiosidade, pois

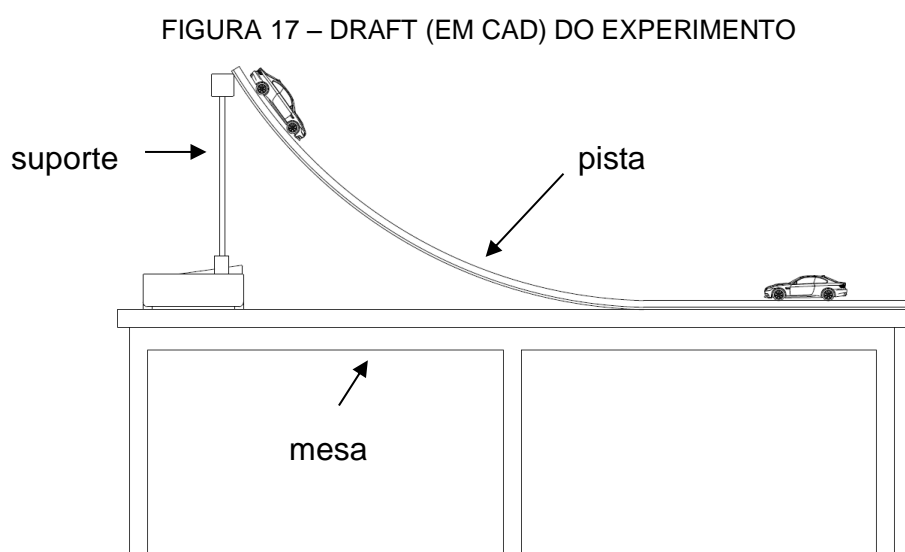
sem a curiosidade que me move, que me inquieta, que me insere na busca, não aprendo e nem ensino. Exercer a minha curiosidade de forma correta é um direito que tenho como gente e a que corresponde o dever de lutar por ele, o direito à curiosidade (FREIRE, 2018, p. 83).

Esse experimento foi, então, idealizado em parceria entre o autor deste trabalho e seu orientador e depois apresentado aos integrantes do Grupo Tracker-Brasil para realizarmos modificações e aperfeiçoamentos. É considerado integrador e inovador pois permite a abordagem simultânea e em sequência de diversos conceitos curriculares de mecânica, além de poder ser realizado no tempo didático de uma aula de 50 minutos. Para realizá-lo, necessitamos de materiais simples e o próprio

experimento, em sua essência, é simples. Note-se que, a partir da realização de uma filmagem inicial, abre-se a possibilidade de que o experimento seja explorado em um conjunto de aulas, dependendo do planejamento docente, o que envolve a possibilidade de múltiplas repetições do experimento e/ou análise e tratamento de dados de maneira a abordar e ilustrar diferentes conteúdos e conceitos. É fundamental observar que a ideia teve origem em uma inquietação do autor, tendo em vista a situação específica de uma escola na qual as aulas de laboratório deveriam ocupar o tempo didático de 50 minutos, uma vez por semana. Sendo assim, fazia-se necessário refletir e desenvolver maneiras de levar experimentos significativos para os estudantes e que, ao mesmo tempo, fossem viáveis, dadas as condições objetivas daquela escola particular. Foi justamente esta inquietação que serviu de inspiração e motivação para o desenvolvimento da proposta didática do experimento integrador, o qual foi concebido justamente com o condão de potencializar o trabalho do professor-pesquisador, o que está em sintonia com a ideia mesma do mestrado profissional.

O experimento, então, consiste na montagem de uma pista de Hot Wheels, com 3 segmentos de 30 cm, em inclinação, com 3 ou mais carros, sendo 2 deles semelhantes e com massas aproximadas.

Foi elaborado um DRAFT em CAD, conforme apresentado na figura 18, para dar uma ideia esquemática da montagem do experimento.



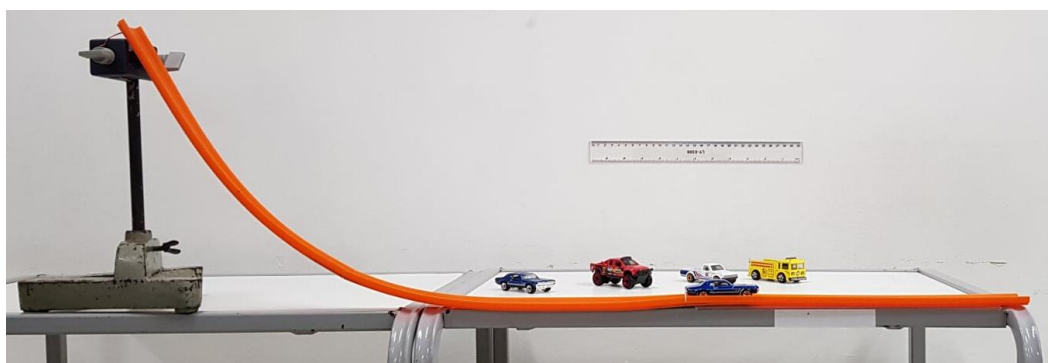
Fonte: O Autor (2020).

Os materiais utilizados são:

- a) 3 segmentos de 30cm de pista de Hot Wheels
- b) 1 ou 2 mesas para que se possa comportar a montagem da pista.
- c) 3 ou mais carrinhos de Hot Wheels, sendo 2 de mesma massa ou aproximada.
- d) 1 suporte para gerar a inclinação da pista.
- e) Se necessário, um segundo suporte para manter a pista firme em sua inclinação.
- f) Fita dupla-face para fixação.
- g) Câmera de vídeo ou aparelho celular para filmagem.
- h) Suporte para câmera (é recomendável para prevenir vibrações durante a filmagem).

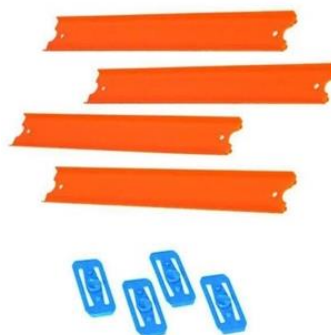
A pista montada terá a uma aparência conforme pode ser observado na figura 19 (note-se, ao fundo da figura, uma régua de 30 cm colada à parede). Na figura 20 são apresentadas as pistas utilizadas, bem como os conectores que permitem a montagem da pista contínua, conforme se observa na figura 19.

FIGURA 18 – FOTO DA PISTA MONTADA



Fonte: Autor

FIGURA 19 – TRECHOS DE PISTA DE 30CM COM CONECTORES



Fonte: Autor

O suporte utilizado para fixação da rampa, à esquerda da figura 19, é semelhante ao disposto na Figura 21.

FIGURA 20 – SUPORTE PARA FIXAÇÃO DA PISTA EM INCLINAÇÃO



Fonte: https://www.tecnoferramentas.com.br/suporte-para-micrometro-externo-mitutoyo-156_102/p – Acesso em 11/01/2020

No procedimento experimental, após a montagem da pista e alinhamento da câmera, são realizadas 3 filmagens:

1º Filmagem – A partir de um ponto específico da pista (na parte inclinada, à esquerda da figura 14), soltar o carrinho do repouso, filmando o movimento de descida pela rampa, passando pela região horizontal, até a queda ao chão, inclusive.

2º Filmagem – Selecionar os dois carrinhos de mesma massa A e B, identificá-los com uma etiqueta, para facilitar a análise (sugere-se que esta etiqueta fique visível no carrinho, para aparecer nas filmagens); colocar (e segurar) o carrinho A em um ponto específico no início da rampa (à esquerda na figura 19) e posicionar o carrinho B no término da rampa (à direita na figura 19); soltar o carrinho A e realizar a filmagem

do movimento, incluindo a descida do carrinho A, até a colisão com o carrinho B e a queda de ambos os carrinhos.

3º Filmagem – Realizar o procedimento igual ao feito na segunda filmagem, todavia, com carrinhos de massas diferentes. Nota: neste caso, podem ser realizadas diversas filmagens com carrinhos de massas diferentes.

Após isso, os arquivos de vídeo das filmagens devem ser transferidos para um Notebook ou PC para análise com o software *Tracker*.

Na sequência do trackeamento* das filmagens, devemos propor o exame e análise dos seguintes conceitos Físicos:

1º Conceito – em todas as filmagens, identificar em que trechos da pista o carrinho em descida estará em Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) ou em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU). Note-se que, quando o carrinho desce na parte inclinada da pista, este movimento é acelerado e, quando se encontra na parte horizontal, em boa medida, apresenta movimento com velocidade constante. Com o *Tracker*, é possível a análise de dados sob a forma gráfica, posição em função do tempo, de modo que os resultados da experiência permitem a obtenção de uma parábola (para o movimento da descida) e de uma linha reta (na parte horizontal da pista). Note-se que, neste experimento, fica evidente a possibilidade de estudar um MRU sem a necessidade de dispor de um trilho de ar – um equipamento relativamente caro e que, muitas vezes, se supõe necessário para este tipo de experimento.

2º Conceito – em todas as filmagens, identificar que é possível obter o valor da aceleração da gravidade (g) a partir da (vídeo)análise do movimento no momento da queda do carrinho, tanto no caso sem colisão, quanto no caso em que há colisão (mesmo após a colisão, o movimento vertical de cada carrinho corresponde ao de queda livre, portanto, pode ser empregado para a determinação de g).

3º Conceito – quando qualquer carrinho, ao sair da pista (à direita da figura 19), cai na direção do chão, este movimento corresponde ao movimento de um projétil. Mais uma vez, analisar o movimento – agora bidimensional – em função do tempo, permite verificar que o movimento na direção paralela ao chão corresponde a um MRU, enquanto que o na direção vertical corresponde a um MRUV, portanto, há independência de movimentos nessas duas direções; inclusive, pode-se traçar a curva da posição vertical em função da posição horizontal e mostrar que a equação correspondente é uma parábola, daí o nome “movimento parabólico”, com claras

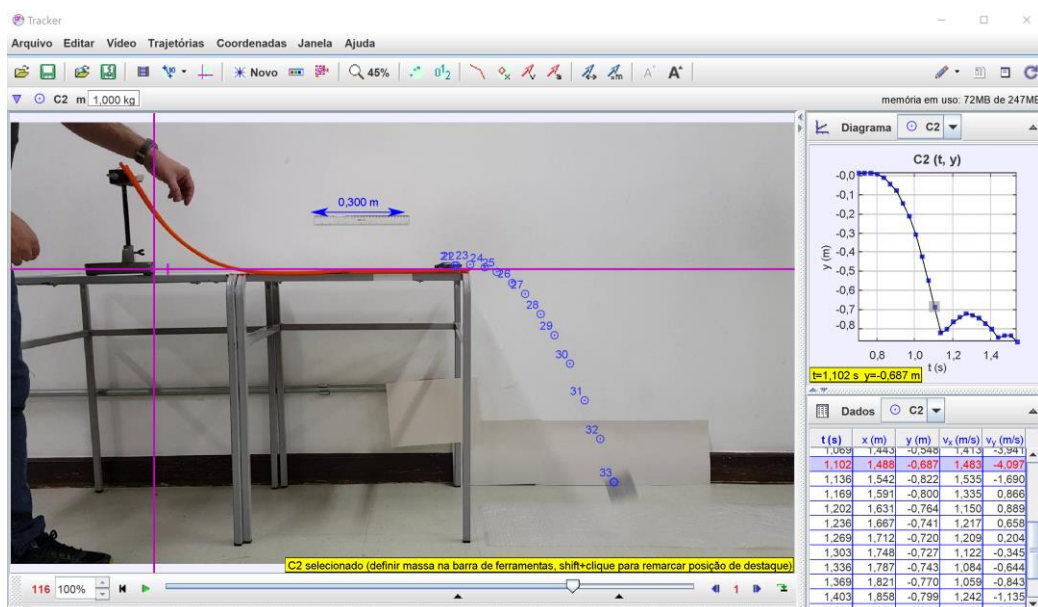
* Tendo em vista as metodologias e procedimentos desenvolvidos ao longo dos trabalhos de videoanálise com o *Tracker*, adotaremos os neologismos “trackear” e “trackeamento” para caracterizar os processos nos quais os vídeos são analisados por meio deste software.

implicações também para estimular discussões relacionadas à história da ciência, numa alusão aos trabalhos de Galileu, por exemplo.

4º Conceito – na 2ª e na 3ª filmagem, identificar os conceitos associados envolvendo colisões, incluindo cálculos de Energia Cinética, Momento Linear, Conservação da Energia e Conservação do Momento. É interessante investigar situações em que os carros que colidem têm diferentes valores de massa (nota: para variar a massa de um carrinho, pode-se colar com fita adesiva algum material, tal como um disco metálico, sobre ele).

Percebe-se que, com o *Tracker*, num experimento que demanda um tempo de montagem tipicamente da ordem de 10 minutos, com o uso de materiais facilmente acessíveis, pode-se obter dados experimentais de posição em função do tempo que, por sua vez, relacionam-se e ilustram diversos conteúdos de Física, particularmente a mecânica: posição, tempo, velocidade, aceleração, queda livre, movimento parabólico, momento linear, impulso, energia, leis de conservação (do momento e da energia). Daí a razão de chamar este experimento de “Integrador”. A figura 22 mostra uma tela típica do *Tracker* (um instantâneo) quando da execução de um dos diversos experimentos realizados no período de preparação do trabalho.

FIGURA 21 – TELA DO TRACKER REPRESENTATIVA DE UM EXPERIMENTO INTEGRADOR



Fonte: Autor (2020)

Na figura 22, nota-se o carrinho que foi solto e colidiu (é o carro no centro da imagem, sobre a mesa e no canto da mesa à direita), nota-se também o carrinho que foi lançado em movimento parabólico após a colisão e cuja trajetória é marcada pelos círculos azuis, representando a posição em função do tempo (perceba-se que, no instante da imagem, o carrinho ainda não atingiu o chão e se encontra na região marcada pelo círculo azul com o número 33).

Note-se, ainda, que à direita da imagem, aparece na tela um gráfico da posição vertical (no qual se vê, inclusive, o que ocorre após o carrinho atingir o chão e “repicar”) e, abaixo deste gráfico, uma tabela com os dados cinemáticos de posição, tempo e velocidades (os eixos “y” e “x” são marcados pelas linhas cor de rosa que se cruzam próximo ao pé do suporte, à esquerda e perto da imagem da mão do sujeito que soltou o primeiro carrinho). Uma análise pormenorizada dos resultados será objeto de trabalho a ser submetido para publicação na Revista Brasileira de Ensino de Física.

É importante salientar que tal experimento também está em acordo com determinações presentes na Base Nacional Curricular Comum – BNCC, evidenciando-se nas habilidades específicas na Competência Específica 3, em que se recomenda investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza (BRASIL, 2018).

Foi feita uma comparação de custo do material gasto para realizar este experimento, comparado com o valor de um equipamento pronto equivalente para realização de atividades análogas.

- a) Experimento proposto pelo Autor (Orçamento Base – Google Shopping – Menor Valor) – Total: R\$181,99
 - a. Pista Hot Wheels 4,5 m – R\$79,99
 - b. Custo 3 carros Hot Wheels – R\$11,99 x 3 = R\$36,00
 - c. Smartphone – Custo Zero pois equipe possui smartphone
 - d. Computador + *Tracker* – Custo Zero pois equipe possui computador e o *Tracker* é gratuito.
 - e. Suporte com Base Universal e Haste – R\$66,00
- b) Valor orçado de Trilho de AR completo com sensores de velocidade e cronometro: R\$5.344,79 – Orçamento realizado em 11/01/2020 – Site:

<https://www.didaticasp.com.br/trilho-de-ar-colchao-de-ar-cinematicadinamica-com-cronometro-gerador-de-fluxo-de-ar-e-acessorios>

O experimento proposto é a base para as oficinas de ensino de videoanálise, pois, a partir dele, conseguiremos abordar todos os conceitos que desejamos em relação ao *Tracker*, bem como a configuração de um experimento e métodos e procedimentos de como viabilizá-lo em sala de aula, incluindo a possibilidade de discussões referentes aos conteúdos propriamente ditos, o que permite entrelaçar a formação em TIC com elementos da didática do ensino.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão descritos cada um dos encontros e os respectivos experimentos realizados com os professores durante a oficina, na sequência serão analisadas as questões que proporcionaram a validação do uso do software.

4.1 OFICINA DE VIDEOANÁLISE UTILIZANDO O *TRACKER*

A oficina foi realizada nos dias 10 e 11 de fevereiro de 2020, nas dependências da UTFPR.

Devido à experiência e domínio do conteúdo de Física do público participante da oficina, algumas adaptações foram realizadas no desenvolvimento do conteúdo que foi mais objetivo e focado na utilização do *Tracker* com os recursos que a instituição possui.

O material utilizado para realização do curso inicialmente foi projetor, notebook, quadro e giz, além dos materiais descritos na Tabela 9 (Proposta de Oficina Desenvolvida) todavia, durante a evolução do curso, foi necessário buscar alguns outros equipamentos junto ao almoxarifado do laboratório de Física da UTFPR, até por solicitação dos participantes, para que eles pudessem ver a potencialidade do *Tracker* na aplicação em diversos experimentos em sala de aula. Percebe-se, então, que, quando os professores são apresentados à videoanálise com o *Tracker*, um dos efeitos é a busca de integrar este REA – uma nova tecnologia, para os professores – aos experimentos didáticos tradicionais – que antes eram realizados por meio de tecnologias mais convencionais.

Houve momentos em que o professor Arandi teve a palavra e comentou sobre toda a experiência do Grupo Tracker-Brasil e tudo o que foi desenvolvido ao longo desses 11 anos de pesquisa, após isso, o autor deste trabalho fez uma demonstração do experimento de queda livre, utilizando uma bola de borracha amarela (a cor amarela facilita a visualização da bola no vídeo), explicando todo o processo de trackeamento e os principais pontos de atenção para tal procedimento.

Após a realização deste experimento pelos autores da oficina, iniciou-se o diálogo com os professores, para levantamento de quais experimentos eles gostariam de realizar, sendo esta a estratégia para estabelecer o foco dos próximos encontros.

No segundo encontro, para dar melhor fluência ao desenvolvimento da oficina, os organizadores separaram alguns materiais e fizeram montagens prévias de alguns experimentos. Esta estratégia é importante para que o tempo em sala disponível para a oficina seja mais bem aproveitado. Para esta etapa, os professores participantes foram previamente instruídos a trazer seus notebooks, para que fosse possível o auxílio na instalação do *Tracker* bem como sua operação durante a realização dos experimentos da oficina.

Houve uma separação em 3 equipes, com os participantes reunidos por afinidade, tendo em vista a realização de atividades experimentais específicas. Esta escolha foi livre e sem interferência dos instrutores, porque entende-se como sendo importante os participantes exercitarem liberdade e criatividade para execução dos experimentos. Desta forma, abre-se caminho para que cada um encontre as melhores maneiras de adequar a videoanálise à sua realidade e já refletindo como poderia ser estendido e aplicado à sala de aula.

Um comportamento que foi notado é o encabeçamento quanto à operação do software, sendo esta liderança assumida por 3 pessoas, uma em cada grupo. Os participantes realizavam e filmavam os experimentos, encontravam os melhores ângulos e um integrante ficava operando o software orientando, inclusive, quando havia necessidade de refilmagem.

No caso do experimento de queda livre, todos os grupos realizaram mais de uma experiência, incluindo repetidas filmagens para encontrar os melhores ângulos. Houve diversas questões quanto à otimização do uso do software, como por exemplo a função autotracker, para trackeamento automático do ponto de massa. Todos os grupos conseguiram concluir os experimentos, realizando as montagens experimentais, as filmagens, a transferência dos arquivos de vídeo para o *Tracker*, o processamento dos dados com o programa, a construção de gráficos e a obtenção de resultados numéricos.

Ao final do encontro, foi passado aos participantes um questionário conforme Anexo A deste trabalho. Também foi realizada a confecção de diário de bordo pelo autor.

Como considerações finais foram disponibilizados, no endereço: https://1drv.ms/u/s!ApiuoBs78d5qr2mla_YV6sCtHErO?e=RY9gZ2, materiais utilizados durante o curso, além do trackeamento da “bola amarela em queda livre”,

como exemplo, bem como manuais disponíveis no site do TRACKER-BRASIL e artigos e dissertações que o Grupo desenvolveu ao longo destes 11 anos. Estes materiais, a partir de agora, farão parte do conjunto de recursos a serem utilizados em oficinas futuras.

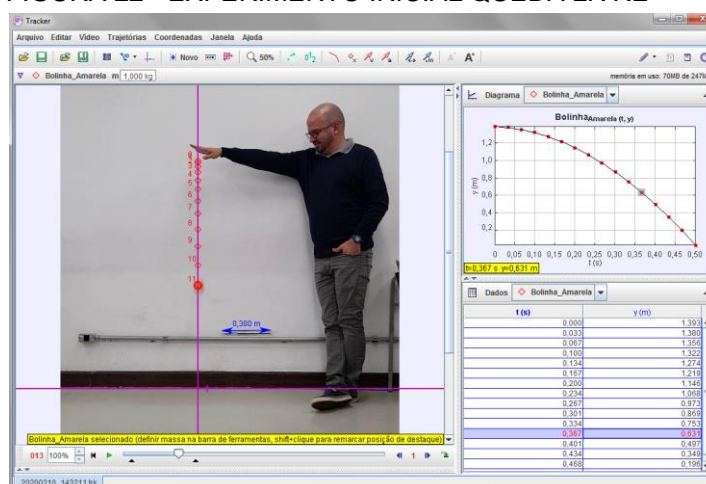
Na sequência, são apresentados resultados detalhados das atividades e experimentos realizados durante a oficina.

4.1.1 EXPERIMENTO SOBRE QUEDA LIVRE

O primeiro experimento proposto e realizado foi o de queda livre dos corpos, com referência àquele originalmente atribuído a Galileu Galilei, que deixou cair objetos com massas diferentes da torre de Pisa para concluir que os tempos de queda eram iguais (CHRISTENSEN *et al.*, 2014). No entanto, no contexto desta oficina, o propósito deste experimento, além do caráter instrutivo para uso do *Tracker*, tem como objetivo encontrar uma aceleração da gravidade com valor próxima de $9,8 \text{ m/s}^2$, como forma de demonstrar aos participantes uma das potencialidades da videoanálise.

Para realização deste experimento, utilizou-se uma esfera de borracha amarela com aproximadamente 6 cm de diâmetro. A filmagem foi feita pelo professor Arandi, com o aparelho celular, além disso foi utilizado um notebook para que fosse feito o trackeamento do vídeo. Na figura 23, pode-se ver uma tela do *Tracker* com o vídeo da experiência, a tabela com os dados e um gráfico da posição vertical versus tempo.

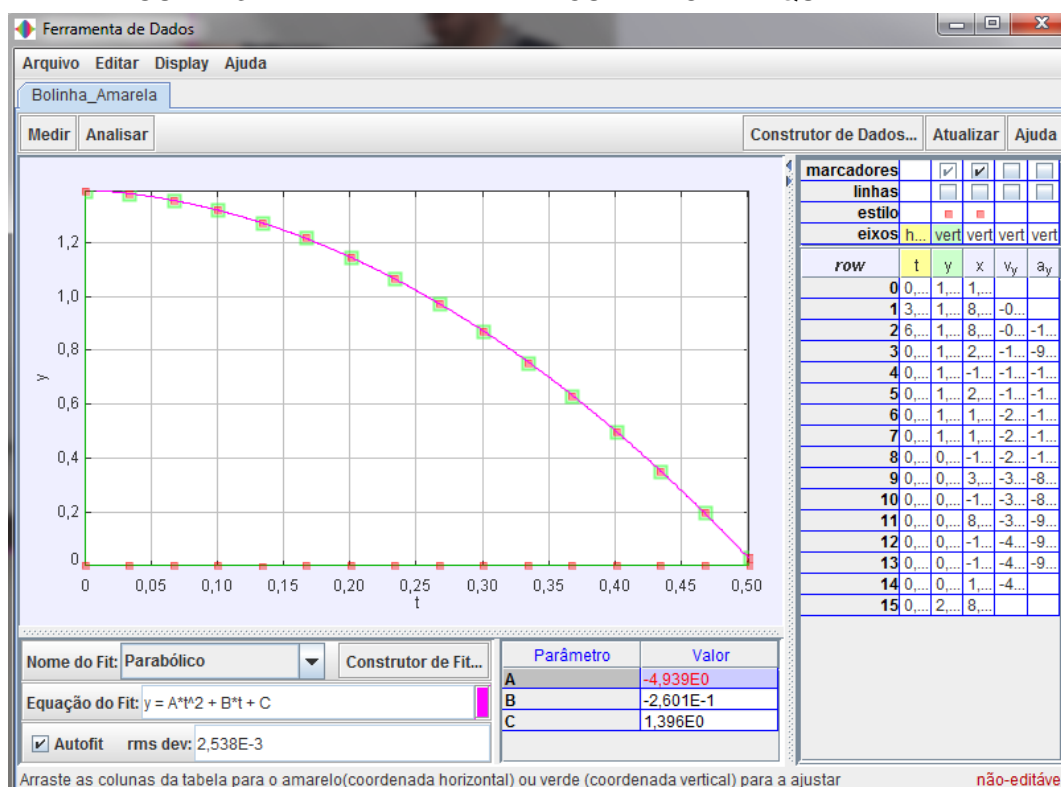
FIGURA 22 - EXPERIMENTO INICIAL QUEDA LIVRE



Fonte: Autor (2020)

Após o levantamento dos dados (realização, filmagem e transferência do arquivo de vídeo para o computador), foram avaliadas as informações coletadas e feita a análise dos dados utilizando a Ferramenta de Dados do *Tracker*, conforme demonstrado na figura 24, em que se destaca que o parâmetro A do ajuste vale 4,939, sendo este correspondente a metade da aceleração da Gravidade, que, então, corresponde, neste exemplo, a 9,88 m/s².

FIGURA 23 - FERRAMENTA DE DADOS - TRACKER - QUEDA LIVRE.



Fonte: Autor (2020)

Na figura 24, pode-se perceber o recurso para tratamento de dados disponível no *Tracker*. Com os dados obtidos a partir do trackeamento da queda da bola, o programa permite fazer um ajuste (“fit”) segundo uma função parabólica, na figura, representada por $y = A*t^2 + B*t + C$, ou seja, a equação $y = At^2 + Bt + C$, que corresponde à equação bem conhecida do MRUV: $y = y_0 + v_0t + \frac{1}{2}gt^2$, na qual y_0 é a posição inicial, v_0 a velocidade inicial e g a aceleração da gravidade; é por isso que pode-se afirmar que $g = 9,88 \text{ m/s}^2$.

Alguns professores optaram por realizar esse experimento para fins de reforço para aprender e aperfeiçoar a metodologia do trackeamento. Por isso, um dos

elementos incluídos no produto deste mestrado descreve um passo a passo do processo.

Dentre os pontos que foram mencionados pelos participantes e registrados no diário de bordo, destacam-se: 1- a dificuldade dos participantes quanto à compreensão da escala métrica utilizada no *Tracker*, ou seja, como estabelecer a escala; 2- o interesse em conhecer as margens de erro dos experimentos e a precisão das medidas feitas com o *Tracker*, um tópico discutido por tempo considerável durante a oficina, o que possibilitou aos instrutores elaborar que o nível de precisão está diretamente ligado aos equipamentos/instrumentos que são utilizados para filmagem, incluindo a correlação que o software estabelece entre número de pixels (característica da câmera usada na filmagem) e medida de comprimento (característica da régua ou escala graduada empregada).

Como esse experimento ocorreu durante o primeiro encontro, ainda havia um maior protagonismo por parte dos organizadores da oficina, em relação aos participantes. A fim de inverter esta situação, e dar mais controle aos participantes, fez-se a proposta de executar, usando o *Tracker*, alguns experimentos que eles normalmente utilizam em sala de aula. Estes experimentos, que geralmente demandam sensores e aparatos eletrônicos, podem ser muito simplificados quando se utiliza a videoanálise. Então, os participantes sugeriram 3 experimentos chaves: análise de viscosidade, movimento circular e movimento harmônico amortecido.

4.1.2 EXPERIMENTOS PROPOSTOS PELOS PARTICIPANTES DA OFICINA

No decorrer da oficina, os participantes sugeriram 3 experimentos para os quais estavam habituados a fazer a coleta de dados através de sensores eletrônicos e, a partir dessa ideia, foram instigados a realizar as medições utilizando o *Tracker*. Houve então uma divisão de equipes, variando de 2 a 4 participantes por equipe, e todos se concentraram na realização desses 3 experimentos, com as equipes também interagindo entre si, observando o andamento dos trabalhos uns dos outros.

4.1.3 EXPERIMENTO DE ANÁLISE DE VISCOSIDADE

Este experimento foi proposto por um grupo de professores com a finalidade de vislumbrar com a videoanálise uma alternativa a experimentos tradicionais associados à Lei de Stokes.

A Viscosidade mede o grau de resistência ao escoamento, quanto mais viscoso o fluido, maior o atrito entre as camadas adjacentes, conseqüentemente será mais difícil o escoamento, podendo-se então afirmar que a viscosidade mede a capacidade do fluido de resistir a uma tensão fluida ou tensão de cisalhamento. No contexto do laboratório didático, por exemplo, fluidos de alta viscosidade seriam o mel, a glicerina e os óleos pesados, enquanto a água teria baixa viscosidade.

Segundo Zemansky (1980), quando um fluido ideal de viscosidade nula escoar passando por uma esfera, ou quando esta se desloca através de um fluido estacionário, as linhas de corrente formam uma figura perfeitamente simétrica. A força é função somente da viscosidade η do fluido, do raio r da esfera e de sua velocidade v relativa ao fluido, portanto, para cálculo da força que atua na esfera, vale a expressão: $F = 6 \cdot \pi \cdot \eta \cdot r \cdot v$ - esta equação foi deduzida por George Stokes em 1845 e é denominada, portanto, Lei de Stokes.

O objetivo desse experimento proposto pelos professores participantes foi investigar o movimento de uma esfera em um meio viscoso para determinar a viscosidade. Na prática, isso implica em soltar uma pequena esfera no líquido e medir a velocidade de queda. Desta forma é possível, por exemplo, determinar a viscosidade dos líquidos (foram usados a água e a glicerina) ou, como foi proposto pelos participantes, determinar a viscosidade da mistura (no caso, água mais glicerina). Na figura 25, pode-se observar o tubo graduado contendo o líquido viscoso (mesa da esquerda), as diversas esferas (numa caixa plástica, na mesa da direita), uma fita crepe para fazer as marcas ajustáveis (servindo de posição inicial e final para as medições) e a régua (ao fundo, colada na parede) para fins de auxiliar no trackeamento.

FIGURA 24 - EXPERIMENTO ANÁLISE DE VISCOSIDADE



Fonte: Autor (2020)

Usando o aparato da figura 25, foram realizadas diversas filmagens com líquidos específicos e a equipe conseguiu realizar o trackeamento, levantando inclusive dados para discussão interna do grupo. O grupo deste experimento foi formado por 2 professores e foram realizadas medidas para extrair a velocidade da esfera, gerando gráficos com destaque para $y(t)$ e $v(t)$. Segundo os participantes, a videoanálise permite simplificar os procedimentos de coleta de dados em relação ao que era usual, portanto, o uso do *Tracker* possibilita mais tempo para análise e discussão dos resultados em sala de aula. É interessante notar que em cerca de 30 minutos foi possível fazer a “substituição” do procedimento anterior pelo uso da vídeoanálise. Estes professores declararam que pretendiam modificar sua prática didática para incluir o *Tracker* na realização deste experimento específico em suas aulas de laboratório. Inclusive, um destes professores iniciou um processo para viabilizar a instalação do *Tracker* nos computadores dos laboratórios didáticos de Física básica em que atua.

4.1.4 EXPERIMENTO DE ANÁLISE DO MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

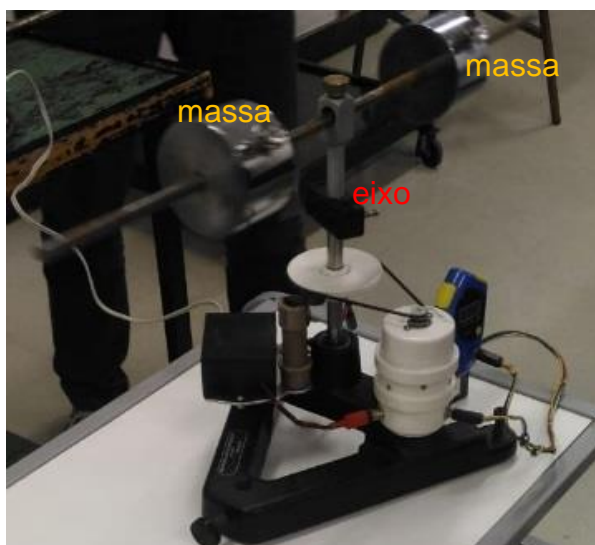
Na Figura 26, vemos o aparato montado para o experimento de análise do Movimento Circular Uniforme, que foi um dos que tiveram maior concentração de participantes. Este demandou uma posição de filmagem diferenciada, já que ela precisou ser realizada com uma visão superior do experimento.

Os professores integrantes da equipe, após fazer as devidas filmagens, importaram para o software *Tracker* o vídeo e decidiram empenhar seus esforços para encontrar o momento angular e analisar o comportamento do objeto trackeado.

Destaca-se que o momento angular é uma grandeza vetorial associada à velocidade angular do corpo em rotação e a inércia da rotação. A inércia de rotação ou momento de inércia é uma grandeza escalar que depende diretamente de como a massa circulante ou em rotação está distribuído pelo corpo.

Para tal movimento, temos a expressão $\vec{L} = I \cdot \vec{\omega}$ – considerando \vec{L} o momento angular, I o momento de inércia e $\vec{\omega}$ a velocidade angular de rotação. A expressão para cálculo do momento de inércia é definida pelo produto da massa do objeto pelo raio ao quadrado, sendo este raio a distância ao eixo do equipamento (vide figura 26).

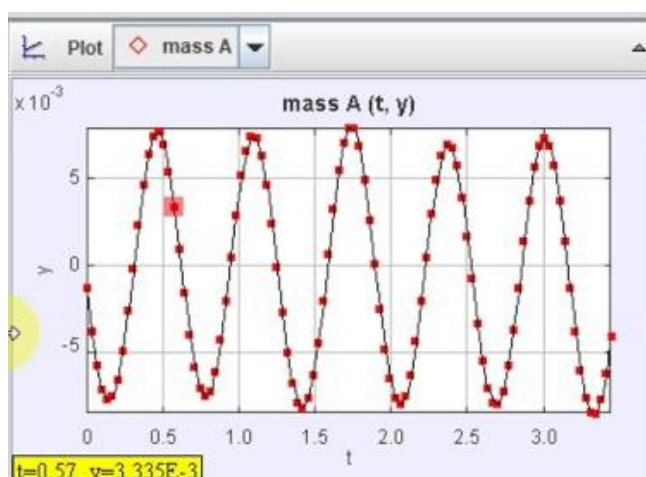
FIGURA 25 - MOVIMENTO CIRCULAR



Fonte: Autor (2020)

O trackeamento foi realizado com sucesso e foi possível observar claramente no *Tracker* o comportamento típico de um movimento circular, conforme se vê no gráfico da figura 27.

FIGURA 26 - EXEMPLO DE GRÁFICO MCU



Fonte: Autor (2020)

Na figura 27, percebe-se que o movimento é circular uniforme, porque a função que representa a curva é senoidal. Os professores participantes especularam que os dados referentes ao momento angular poderiam ser calculados utilizando o programa *Microsoft Excel*. Para isso, utilizaram o recurso de exportar os dados do

Tracker para o outro programa, o que tornou possível o tratamento de dados, conforme era de interesse dos professores. Neste caso, os professores também manifestaram o interesse de incluir o *Tracker* como recurso em suas aulas associadas ao movimento circular. Um dos comentários significativos foi a percepção de que, com o *Tracker*, é possível obter um conjunto robusto de dados experimentais, que ficam disponíveis para serem manipulados e usados em procedimentos de modelagem por parte dos alunos e professores. Isto facilita e simplifica algumas abordagens para visualizar fenômenos e estabelecer relações entre variáveis relevantes, equações e leis Físicas.

4.1.5 EXPERIMENTO DO MOVIMENTO HARMÔNICO AMORTECIDO

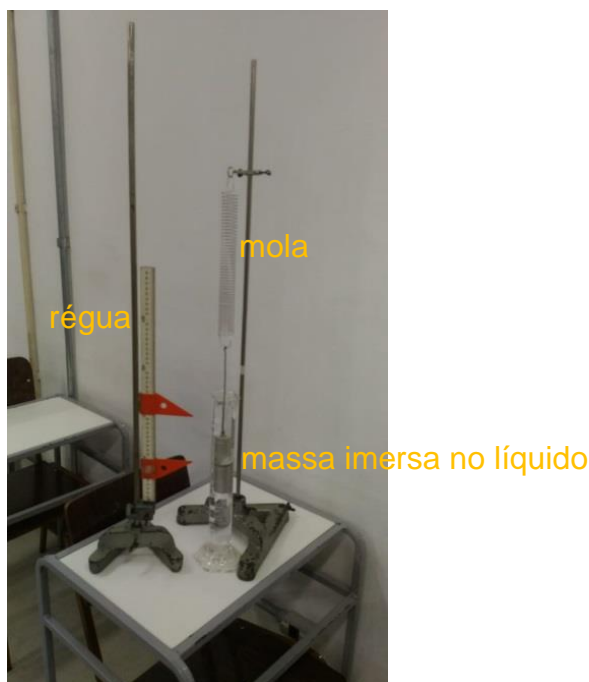
As oscilações são encontradas em diversos fenômenos físicos, sendo que nos sistemas vibratórios podemos exemplificar a vibração de cordas, pêndulos, colunas de ar em instrumentos de sopro, entre outras. Mesmo sistemas não-mecânicos, como circuitos elétricos e interações da luz com a matéria apresentam oscilações. Daí a importância do estudo que, muitas vezes, tem início com o sistema massa-mola.

O sistema massa-mola amortecido é um problema clássico da Física e serve de base para explorar uma série de conceitos importantes referentes às leis de Newton, às forças de resistência e dissipativas e à energia. Além disso, também pode ser utilizado para discutir equações diferenciais, ou seja, aspectos matemáticos para modelar o problema físico. Neste experimento, um sistema massa-mola é colocado para oscilar na direção vertical, com a massa em contato com um líquido amortecedor. O movimento de sobe-e-desce da massa é um movimento oscilatório amortecido, ou movimento harmônico amortecido.

As oscilações são monitoradas com a filmagem utilizando um aparelho celular e o *Tracker* para análise dos dados. Num experimento convencional, é usual que os alunos meçam manualmente a posição da massa em função do tempo, um procedimento tedioso e relativamente maçante.

Na figura 28, temos o aparato utilizado para realização do experimento de Movimento Harmônico Amortecido, sendo este considerado de maior dificuldade operacional, haja vista a quantidade de medidas que foram necessárias, além de diversas filmagens e trackeamentos em condições diferenciadas.

FIGURA 27 - EXPERIMENTO MOVIMENTO HARMÔNICO AMORTECIDO



Fonte: Autor (2020)

Considerou-se este experimento um dos mais complexos devido à quantidade de pontos de massa que foi necessário mapear. Também foi nesse experimento que se levantou a necessidade de utilização do recurso de autotracker.

Quando um vídeo de interesse apresenta objetos com forma, tamanho, cor e orientação nítidos em todos os quadros de vídeo, estes podem ser rastreados automaticamente pelo *Tracker* por meio do recurso autotracker. Isto elimina a necessidade de marcar cada quadro manualmente com o mouse, acelerando o processo de rastreamento (para marcar a posição em função do tempo) e produzindo dados mais consistentes.

Os participantes conseguiram utilizar o recurso parcialmente e extraíram alguns dados que foram suficientes para uma análise, não somente do experimento em si, como também da potencialidade do *Tracker*.

Como havia várias marcações, não houve tempo hábil para uma análise mais refinada deste experimento, todavia, o grupo resolveu dar continuidade ao experimento de forma individual para trabalhos futuros. Mesmo assim, foi possível verificar as curvas de movimento e inferir o decaimento exponencial da amplitude, uma característica fundamental deste sistema.

É importante notar que experimentos mais elaborados, que envolvem uma montagem experimental mais complexa e aquisição de dados em tempos mais longos, deveriam ser objeto de aulas específicas, a fim de que seja possível aprofundar os procedimentos e métodos, bem como o tratamento de dados e a análise de resultados, quando se usa a videoanálise. Isto sugere que seria necessário estender a oficina em mais um ou dois encontros, para incluir experimentos e exemplos mais elaborados. Este resultado será levado em consideração quando da realização de novas oficinas.

4.2 VALIDAÇÃO DO USO DO *TRACKER* PARA O ENSINO DE FÍSICA

Para validação do uso do software foi utilizado um questionário que foi respondido pelos professores participantes da oficina e os resultados são analisados nesta seção. O foco do questionário foi a usabilidade do software e a identificação de possíveis dúvidas quanto à utilização dele.

4.2.1 USABILIDADE DO SOFTWARE E DIFICULDADES DE OPERAÇÃO

Segundo Gomes (2005), entende-se o software educacional como sendo intencionalmente concebido para facilitar a aprendizagem de conceitos específicos, por exemplo, conceitos matemáticos ou científicos. Da mesma forma, a qualidade de um software educativo está relacionada com a capacidade que o mesmo tem de atender a requisitos e necessidades do usuário relacionadas à aprendizagem.

Neste contexto, o *Tracker*, caracteriza-se como software educacional e, segundo a própria definição da *Open Source Physics* “os modelos são sincronizados e desenhados diretamente nos vídeos (trackeamento), nos vídeos de objetos do mundo real, e os alunos podem testar modelos experimentalmente, por inspeção visual direta”.

Entretanto, pelo ponto de vista de Engenharia de Software, o presente autor, até pela sua formação em Análise de Sistemas, vislumbrou que um dos pontos que podem avaliar se o software é aplicável ou não, é o grau de dificuldade do seu uso; ou pela forma como ele arquitetado do ponto de vista de requisitos educacionais, portanto, cabe-se aqui avaliar o software pelos conceitos de qualidade de software.

A garantia da qualidade de software consiste

“...de um conjunto de funções para auditar e relatar que avalia a efetividade e completeza das atividades de controle de qualidade. A meta da garantia da qualidade é fornecer à gerência os dados necessários para que fique informada sobre a qualidade do produto, ganhando assim compreensão e confiança de que a qualidade do produto está satisfazendo suas metas. É claro que os dados fornecidos por meio da garantia da qualidade identificam problemas. É responsabilidade da gerência cuidar dos problemas e aplicar os recursos necessários para resolver as questões de qualidade”. (PRESSMAN, 2006, p. 579).

Ainda no presente contexto, tem-se em termos de conceitos e critérios de avaliação de usabilidade um conjunto de propriedades que deve ser avaliado em uma determinada interface ou software, ou para definir uma série de qualidades.

Gomes (2005) apresenta uma combinação dos critérios operacionais propostos por Chapanis (1991), Shackel (1991) e Nielsen (1995), ou seja, as formas propostas pelos autores para se definir facilidade de uso e eficácia de maneira observável e mensurável, o que é descrito na Tabela 10.

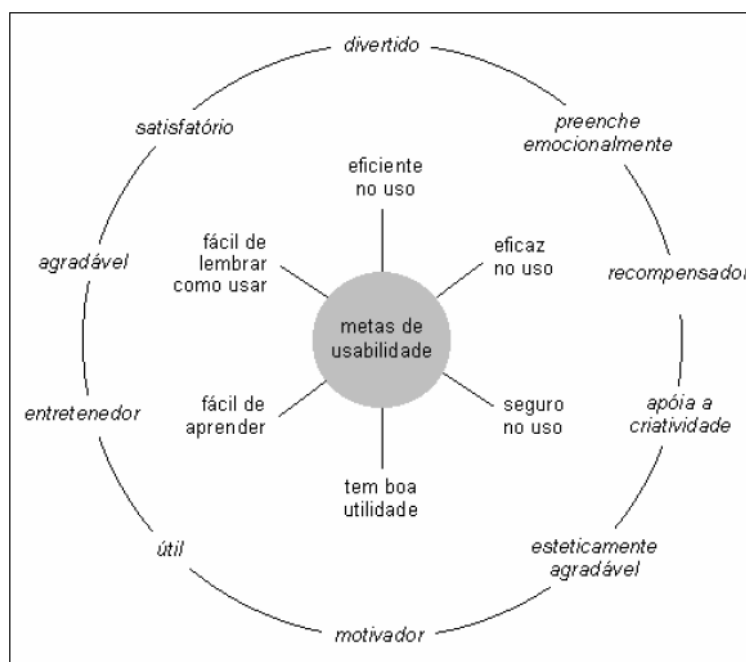
TABELA 10 - CRITÉRIOS OPERACIONAIS PROPOSTOS POR CHAPANIS, SHACKEL E NIELSEN

Lista de Formas propostas para mensurar Facilidade de Uso e Eficácia	
1	Facilidade de inicialização (tempo necessário para se instalar o programa e iniciar sua utilização)
2	Facilidade de aprendizado (tempo necessário para aprender um conjunto básico de operações que permitem ao usuário iniciar suas tarefas)
3	Facilidade de memorização (o sistema deve ser fácil de lembrar, de maneira que o usuário ocasional seja capaz de reutilizá-lo sem ter que reaprendê-lo)
4	Eficácia (o conjunto de tarefas especificado deve ser completado acima do patamar de performance definido)
5	Eficiência (uma vez que o usuário aprendeu a utilizar o sistema, um alto nível de produtividade é atingido)
6	Taxa de erros (quantidade de erros cometidos e tempo para corrigi-los)
7	Versatilidade (número de diferentes funcionalidades que o sistema oferece)
8	Flexibilidade (o sistema deve permitir variações na forma de realização da tarefa e no ambiente de realização)
9	Atitude (a tarefa deve ser realizada dentro de níveis definidos como aceitáveis em termos de cansaço, desconforto, frustração e esforço pessoal)
10	Satisfação (uso continuado do sistema de forma estimulada)

Fonte: Gomes (2005)

Segundo Gomes (2005 apud Preece, 2002, p. 19) o design de sistemas computadorizados deveria se preocupar também com a experiência do usuário, ou seja, em como o usuário se sente ao interagir com o sistema. Daí decorre a ideia de “metas de usabilidade” e “metas de experiência”, conceitos ilustrados na figura 29.

FIGURA 28 - METAS DE USABILIDADE [DENTRO DO CÍRCULO] E METAS DE EXPERIÊNCIA [SOBRE A CIRCUNFERÊNCIA]



Fonte: traduzido e adaptado de Preece et al. (2002, p.19).

Os itens que estão em torno do círculo central na Figura 29 são os que foram propostos pelo autor para embasar o questionário quanto à usabilidade do *Tracker*. Este questionário tem cinco blocos de perguntas distribuídos da seguinte forma:

Bloco A – Download e Instalação do Software.

Bloco B – Filmagem e Importação.

Bloco C – Parametrizações e Marcações.

Bloco D – Análise de Dados.

Bloco E – Utilização em Sala de Aula.

As perguntas foram feitas no formato de múltipla escolha, para possibilitar um melhor entendimento pelos participantes e simplificar a organização e análise das respostas.

Quanto às partes A e B do questionário, as respostas indicam que houve 100% de compreensão do que foi apresentado. Todas as respostas foram afirmativas quanto à facilidade de download do software, bem como de sua instalação. É importante salientar que todos os participantes utilizaram seus aparelhos celulares para filmagem.

Dado que no 1º encontro foi realizado um experimento comum (o de queda livre) e todos participaram do processo, algumas sugestões e dicas foram apresentadas quanto à filmagem e estas foram replicadas quando os próprios participantes tiveram que realizar as filmagens.

Na parte C – Parametrizações e Marcações, trata-se das instruções que foram passadas inicialmente, por meio das perguntas:

- 1) Houve dificuldade na importação do vídeo para o *Tracker*?
 - a. Respostas: 8 – Não, Zero - Sim
- 2) A instrução para determinação dos quadros (CORTES DE VÍDEO) de análise estava clara?
 - a. Respostas: Zero – Não, 8 – Sim.
- 3) Houve necessidade de rotacionar o seu vídeo?
 - a. Respostas: 4 – Não, 4 – Sim. É importante ressaltar que mesmo os que necessitaram rotacionar o vídeo, não tiveram dificuldade em fazê-lo.
- 4) Houve dificuldade na inserção dos eixos de coordenadas?
 - a. Respostas: 8 – Não, Zero - Sim
- 5) Houve dificuldade na inserção da calibração?
 - a. Respostas: 8 – Não, Zero - Sim
- 6) Houve dificuldade no processo de marcação de pontos de massa / centro de massa / vetor?
 - a. Respostas: 7 – Não, 1 – Sim, sendo que este participante tentou fazer a marcação pela rotina de autotracker, tendo especificado que a dificuldade foi: “*Quando se tentou fazer automaticamente o Mov. Harmônico*”.
- 7) O material entregue com instruções para parametrizações forneceu informações suficientes para execução desta etapa?
 - a. Respostas: 8 – Sim, Zero - Não

A sessão D do questionário se refere-se à etapa de Análise de Dados, levantando questões quanto à forma como os dados são apresentados e se fica claro como analisá-los utilizando o próprio *Tracker*. Seguem as respostas e os comentários:

- 1) A forma com que o *Tracker* fornece os dados para análise é clara para você?
 - a. Resposta: 7 – Sim, 1 – Não, porém este não explicou o motivo pelo qual não houve clareza.

- 2) Os gráficos utilizados forneceram informações suficientes para análise?
 - a. Resposta: 6 – Sim, 1 – Não, e 1 participante não respondeu.

- 3) Relacione os gráficos que você utilizou:
 - a. Nessa questão houve diversas respostas, com somente 1 abstenção.
 - i. Resposta 1: “ $x(t)$, $y(t)$, Excel -> Momento angular”
 - ii. Resposta 2: “ y vs t , v_y vs t ”
 - iii. Resposta 3: “distância x tempo”
 - iv. Resposta 4: “sem resposta”
 - v. Resposta 5: “posição versus tempo”
 - vi. Resposta 6: “ y x t ”
 - vii. Resposta 7: “não me recordo, pois foi o outro componente do grupo que fez esta parte”.
 - viii. Resposta 8: “ $x=f(t)$, $y=f(t)$ ”

Note-se, porém, que a maioria das respostas, no caso seis respostas, são equivalentes, pois fazem referência às mesmas grandezas, posição e tempo, ainda que escritas de maneira diferente (i, ii, iii, v, vi e viii).

- 4) Na sua opinião, qual o nível de facilidade no uso da FERRAMENTA DE DADOS: De 1 a 5, onde 1 é muito difícil de usar e 5 extremamente fácil de usar.
 - i. Respostas em Branco: 1 resposta
 - ii. Respostas Nível 3: 3 respostas
 - iii. Respostas Nível 4: 2 respostas

iv. Respostas Nível 5: 2 respostas

Neste caso, quatro pessoas (Nível 4 e Nível 5) consideraram fácil usar o software e pode-se dizer que três (Nível 3) não acharam nem fácil nem difícil. Curiosamente, um dos participantes não respondeu.

A sessão E do questionário traz a opinião do participante quanto ao uso do *Tracker* em sala de aula e como ele dividiria esse trabalho. Nesse ponto, todos os participantes assinalaram as mesmas respostas:

1) Você utilizaria essa sequência em sala de aula?

a. Resposta: 8 – Sim, Zero - Não

2) Caso você utilize, como dividiria os papéis?

Resposta: Todos os participantes do Curso assinalaram que os seus alunos realizariam 100% das operações, desde a filmagem até o trackeamento.

É interessante destacar que todos os participantes demonstram interesse em utilizar o programa e, além disso, também manifestam interesse em que os estudantes participem ativamente da realização das atividades com o *Tracker*. Esta disposição dos professores em dar protagonismo aos alunos pode ser interpretada como um forte sinal de que a videoanálise apresenta grande potencialidade para estimular mudanças na didática de ensino, com importantes implicações na melhoria do ensino de Física.

Quanto às dificuldades apontadas no uso do *Tracker*, podemos definir que a principal dificuldade dos participantes da oficina foi relacionada à funcionalidade de autotracker. Segundo informação que consta no site do *Tracker*, este recurso é importante pois, quando um vídeo tem uma forma, tamanho, cor e orientação consistentes em todos os quadros de vídeo, o objeto em movimento pode ser rastreado automaticamente usando o rastreador automático (autotracker).

Isso elimina a necessidade de marcar cada quadro manualmente com o mouse, acelerando o processo e produzindo dados mais consistentes. De fato, na oficina as filmagens foram concebidas de modo a não dar destaque para este recurso, que não foi aplicado em sua integralidade em alguns experimentos, porém, os participantes foram instruídos de como fazê-lo e quais eram as premissas para tal procedimento.

Cabe notar ainda, com relação ao uso do autotracker, que a maioria dos experimentos desenvolvidos para as oficinas pode ser facilmente realizada sem a necessidade de utilização deste recurso, portanto, em oficinas futuras será importante

incluir uma discussão a este respeito, a fim de estabelecer com mais clareza situações específicas em que seria recomendável utilizá-lo.

4.2.2 CONCLUSÕES SOBRE A OFICINA APLICADA

Desde a sua concepção, o objetivo principal era apresentar o recurso educacional, suas potencialidades, mostrar a facilidade da operação do *Tracker* e como é possível utilizá-lo em sala de aula. A oficina aplicada na UTFPR superou as expectativas dos organizadores, pois, além de a proposta ser submetida à prova por um público sênior, que participou de maneira engajada de cada atividade proposta, teve como uma das consequências a demonstração explícita por parte dos participantes de levar o *Tracker* para suas salas de aula.

A propósito, o formato e a interação foram tão agradáveis que, em determinado momento, estavam todos os participantes do curso em pé, interagindo com os seus colegas e discutindo vivamente que experimento fazer na sequência.

Os momentos iniciais da oficina, quando o professor Arandi dissertou sobre todo o trabalho que vem sendo realizado pelo grupo de pesquisa Tracker-Brasil na UTFPR, abriram caminhos para, logo em seguida, o presente autor realizar o experimento e o trackeamento da queda livre. Os participantes mantiveram-se atentos à exposição e, por conta do trabalho de preparação realizado pelos proponentes, logo na primeira tentativa já se obteve a aceleração da gravidade, incluindo um valor numérico que chamou a atenção de todos.

Portanto, em um período de menos de 60 minutos, pode-se demonstrar a facilidade de operação do software e despertar o interesse do público por seu uso em sala de aula. Este resultado também demonstra que a videoanálise tem potencial de ser utilizada nas aulas de Física, servindo de tecnologia mediadora de atividades de experimentação e com potencial de ser amplamente empregada.

Alguns padrões foram quebrados, por exemplo, pessoas que tinham receio quanto ao uso da tecnologia demonstraram interesse em utilizá-la de forma efetiva com seus alunos, além disso, foi dada abertura para novas demonstrações junto ao corpo discente da UTFPR.

As respostas aos questionários permitiram avaliar a eficácia da oficina e a clareza com que foram apresentados os recursos do *Tracker*, incluindo a passagem de informações quanto a parametrização e marcação do software, além da extração

de dados, tudo concebido a partir da realização de atividades experimentais concretas e que têm eco na prática em sala de aula dos professores. Na oficina também foi demonstrado de forma breve o recurso da Ferramenta de Dados bem com explicado o autotracker.

Além disso, foram apresentadas diversas possibilidades de uso do *Tracker* em vários experimentos envolvendo conteúdos curriculares de mecânica e de Física moderna. Para isso, foram apresentados trabalhos realizados pelo grupo Tracker-Brasil e por outros pesquisadores que têm desenvolvido atividades de videoanálise.

Por fim, os integrantes do grupo Tracker-Brasil, dentre eles o autor deste projeto, colocaram-se à disposição para esclarecimentos de eventuais dúvidas e participações em sala caso houvesse interesse para utilização do *Tracker*. Vale notar que um professor do Departamento de Física que não havia se inscrito no curso, ao notar a dinâmica da oficina, decidiu acompanhar algumas das atividades em andamento e, por isso, apresentou interesse em levar a videoanálise com o *Tracker* para suas aulas no curso de Licenciatura em Física. Esta interação resultou na aplicação da oficina em uma disciplina de TIC da grade do curso de licenciatura.

Esta nova oficina contou com a participação de 11 alunos e permitiu apresentar o *Tracker* a professores em formação inicial, para o que foi realizada uma adaptação do trabalho aqui descrito, de modo a aplicá-lo em uma oficina de 3,5 horas. A nova oficina serviu de base para aprimorar o projeto e permitiu comparar o interesse, as dúvidas e o engajamento dos professores em formação (no caso, os licenciandos) com aquilo que fora investigado na atividade desenvolvida com os professores mais experientes.

Isto possibilitou assimilar informações importantes para a melhoria do *design* das oficinas, inclusive, abriu a perspectiva de organizar e aprimorar um modelo de oficinas de ensino de videoanálise que seja aplicável a professores em diversos estágios de desenvolvimento profissional, incluindo professores sêniores e alunos de licenciatura. Isto está em acordo com os objetivos do presente trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inspiração deste trabalho foi analisar as potencialidades do uso do software de videoanálise *Tracker* para o Ensino de Física. Para isso, foi desenvolvida uma proposta de oficinas de ensino de videoanálise voltadas à formação de professores. Estas oficinas têm o condão de serem aplicadas tanto na formação continuada, quanto na formação inicial.

O formato concebido visa a possibilitar que os participantes tenham acesso a uma visão geral da videoanálise e que se tornem aptos a realizar atividades experimentais com o *Tracker* em poucas horas. Desta forma, as oficinas contribuem para a criação de uma comunidade de usuários a partir da qual projetos de videoanálise mais elaborados possam ser desenvolvidos e difundidos.

Além disso, as oficinas servirão de base para a elaboração de cursos de extensão e outras atividades relacionadas à formação continuada de professores de Física - o que constitui objeto de projetos futuros do grupo *Tracker-Brasil*.

Para validação da proposta, foi concebida e desenvolvida uma oficina de 8 horas, dividida em 3 encontros, com momentos distintos, organizada a partir de atividades práticas e ativas para utilização do *Tracker* como ferramenta de ensino. Os dados para validação da oficina foram colhidos a partir de questionários voltados a investigar a usabilidade do software e a disposição dos participantes em utilizá-lo, entendendo que o *Tracker*, como ferramenta de apoio ao ensino de Física, coloca o aluno como ator no processo de ensino-aprendizagem, onde este atua ativamente em atividades do laboratório didático e experimentação.

A partir da análise dos dados, foi possível constatar que o *Tracker* atende aos requisitos de usabilidade que, por sua vez, favorece a aceitabilidade de uma ferramenta, pois as respostas quanto à Instalação, Parametrização e Uso foram avaliadas como satisfatórias, inclusive, em muitos aspectos, excedendo a satisfação. Isso porque as respostas dos participantes revelaram haver despertado seu interesse pela ferramenta e a intenção de levá-la para suas salas de aula, dadas a facilidade de operação e suas potencialidades de uso no ensino de Física.

Com este trabalho também foi possível investigar os documentos oficiais quanto ao uso das TIC e o ensino de Física, além de compreender, a partir da literatura da

área, as contribuições do uso de TIC no ensino de Física, com ênfase para o tema videoanálise.

A propósito, outro objetivo do trabalho que foi realizado consiste na avaliação das potencialidades do software *Tracker* para o Ensino de Física, sendo esta análise realizada a partir de uma revisão sistemática de literatura em que foram categorizados artigos e dissertações quanto a aspectos didático-pedagógicos para utilização em sala de aula, bem como outras possibilidades.

Considera-se uma contribuição desse trabalho, em relação ao que foi encontrado na literatura, o fato de ser uma proposta de criação de oficinas de ensino, pois entende-se que a videoanálise ainda se encontra em um estágio embrionário no cenário nacional.

Vale ressaltar que a videoanálise proporciona um ambiente colaborativo, pois de acordo com Serè (2003), graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das linguagens, tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreende-se, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens.

Em relação as limitações técnicas, foi encontrado ainda dificuldade devido a limitação do fato do *Tracker* não ser para dispositivos móveis, todavia, essa dificuldade serve de motivação para o presente autor continuar seus trabalhos no meio acadêmico, pois, afirmativamente, acredita-se no potencial da videoanálise para o ensino de Física.

5.1 TRABALHOS FUTUROS

Segundo Freire (2018, p. 30) em seu livro *Pedagogia da Autonomia*: “não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. (...) Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo, educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço ou anunciar a novidade”.

Para falar sobre o futuro, preciso falar sobre como encontrar aquilo que se ama. Para isso, surge a inspiração através de Steve Jobs (1995) quando, durante uma aula inaugural em Stanford, disse:

Você precisa encontrar o que ama. E essa verdade se aplica tanto aos amantes quanto aos trabalhadores. O trabalho preenche boa parte da sua vida, e a única maneira de se sentir verdadeiramente satisfeito é fazer o que acredita ser um ótimo trabalho. E a única maneira de você fazer um ótimo trabalho é amar o que faz (...) não se acomode. (BEAHM, 2011 p. 61).

Atuei durante 11 anos em uma mesma empresa de Engenharia, onde construí uma carreira sólida e empolgante, trabalhando 40 horas semanais. Neste período me qualifiquei, terminei uma graduação e 3 pós-graduações, o que me possibilitou construir uma estrutura para minha família. Entretanto, sempre nas 20 horas restantes estava atuando como docente, sendo desafiado cada dia por alunos e situações diferenciadas e, em 2019, fui conquistado pelo PPGFCET, onde descobri um mundo diferente, onde havia pessoas criativas como eu e que me motivaram a mudar, a sair da zona de conforto, a ser inovador e pensar fora da caixa.

Isso mudou minha perspectiva, meu modo de enxergar o mundo e, acima de tudo, abriu portas para novos sonhos.

Com isso renunciei à minha estabilidade de quase 12 anos de empresa, para me dedicar aos estudos e ingressar no mestrado, bem como almejar o ingresso no doutorado, e nada disso seria possível sem o suporte da minha família bem como o trabalho extremamente satisfatório proporcionado pelo professor Arandi.

Retornando ao tópico inicial, quando falo de trabalhos futuros precisei primeiramente discorrer em como iniciar esses trabalhos de forma sólida e consistente.

Com isso, em diálogos e reuniões criativas com a equipe do Tracker-Brasil e mais especificamente com o meu orientador, decidiu-se que o próximo trabalho será o desenvolvimento de um software nacional de videoanálise para dispositivos móveis, sendo este software fomentado pelo conhecimento adquirido durante meu mestrado com o *Tracker*, bem como com a idealização de uma parceria com a equipe que desenvolve o software *VidAnalysis*, que já se demonstraram propensos a iniciar um diálogo para troca de experiências.

Essa vontade será desenvolvida no futuro próximo, onde trabalharei arduamente para corresponder às expectativas da equipe, bem como as minhas próprias expectativas, realizando um trabalho de excelência como se é esperado pela equipe do PPGFCET e mais especificamente do TRACKER-BRASIL.

REFERÊNCIAS

- ANGOTTI, J.A.P. **Ensino de Física com TDIC**. - 1ª. Edição Revista. Florianópolis: UFSC - EAD - CED - CFM, 2015.
- ALBUQUERQUE, K. B.; SANTOS, P.J.S. dos; FERREIRA, G. K. Os Três Momentos Pedagógicos como metodologia para o ensino de Óptica no Ensino Médio: o que é necessário para enxergarmos? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, p. 461-482, 2015.
- AUDINO, D. F. **Objetos de aprendizagem hipermídia aplicados à cartografia escolar no sexto ano do Ensino Fundamental em Geografia**. 2012. 153 f. 2012. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.
- ARANTES, A.; MIRANDA, M.; STUDART, N. Objetos de Aprendizagem no ensino de Física: usando simulações do PHET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010.
- ARANTES, G. M. **Desenvolvimento de material didático no contexto educacional: exemplos na disciplina de Física para o ensino médio**. 2019. 135 f. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas.
- ARAÚJO, F. A. G. *et al.* Estudo do Movimento com o Aplicativo VidAnalysis: Possibilidades no Estudo de Lançamento de projéteis. **Revista do Professor de Física**. v1, n. 2, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7073>. Acesso em: 01/05/2020
- BEAHM, G. **O Mundo Segundo Steve Jobs: As Frases Mais Inspiradoras do Visionário Líder da Apple**. Elsevier Brasil, 2011.
- BORGES, A. T., J., Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.
- BRAGA, J.; MENEZES, L. Introdução aos Objetos de Aprendizagem. **Objetos de Aprendizagem**, v. 1, p. 19-40, 2014.
- BRASIL, Lei 9394/96, de 23 de dezembro de 1996. **Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional**. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm . Acesso em 16/05/2019
- BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Curricular Comum - BNCC**. <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/> . Acesso em 06/01/2020
- BRASIL, Ministério da Educação. **Parecer CNE/CES nº 1.304/2001**. <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf> . Acesso em 10/01/2020
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC, 1999.

BROWN, D. Video modeling: combining dynamic model simulations with traditional video analysis. In: **American Association of Physics Teachers (AAPT) Summer Meeting**. 2008. Disponível em: https://physlets.org/tracker/download/video_modeling.pdf. Acesso em: 01/05/2020

CECHINEL, C. et al. Desenvolvimento de Objetos de Aprendizagem para o Apoio à Disciplina de Algoritmos e Programação. In: XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - Workshop Ambientes de Apoio à Aprendizagem de Algoritmos e Programação, 2008, Fortaleza. **Anais do Workshop Ambientes de Apoio à Aprendizagem de Algoritmos e Programação - XIX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2008. Disponível em http://www.proativa.virtual.ufc.br/sbie/CD_ROM_COMPLETO/workshops/workshop%202/Desenvolvimento%20de%20Objetos%20de%20Aprendizagem%20para%20o%20Apoio.pdf Acesso em: 01/05/2020.

CHIMENTÃO, L. K. O significado da formação continuada docente. In: **CONGRESSO NORTE PARANAENSES DE EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR**. 2009. p. 1-6. Disponível em <http://www.uel.br/eventos/conpef/conpef4/trabalhos/comunicacaooralartigo/artigoconoral2.pdf> Acesso em: 01/05/2020

COSTA, T. C. A. Uma abordagem construcionista da utilização dos computadores na educação. In: 3º Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação – redes sociais e aprendizagem. **Anais Eletrônicos do 3º Simpósio Hipertexto e Tecnologias na Educação – redes sociais e aprendizagem**. 2010. p. 32. Disponível em <http://nehte.com.br/simposio/anais/Anais-Hipertexto-2010/Thais-Cristina-Alves-Costa.pdf>. Acesso em: 01/05/2020

CHRISTENSEN, R. S. et al. Laboratory test of the Galilean universality of the free fall experiment. **Physics Education**, v. 49, n. 2, p. 201, 2014.

DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a concepção freiriana de educação. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física: formação geral**. São Paulo: Cortez, 1991.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Editora Paz e Terra, 1967.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Editora Paz e Terra, 2018.

GALIAZZI, M.C., Objetivos para as atividades experimentais no ensino médio. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.249-263, 2001.

GIANDON, A.C.; MENDES JR, R.; SCHEER, S. Gerenciamento eletrônico de documentos no processo de projeto de edifícios. In: **WORKSHOP NACIONAL: gestão do processo de projeto na construção de edifícios**. 2001, São Carlos. Anais, São Carlos: EESC/USP, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Sergio_Scheer/publication/267414695_GERENCIAMENTO_ELETRONICO_DE_DOCUMENTOS_NO_PROCESSO_DE_PROJETO_S_DE_EDIFICIOS/links/5457ae110cf26d5090ab4e6b.pdf - Acesso em: 01/05/2020

GOMES, Alex Sandro; PADOVANI, Stephania. Usabilidade no ciclo de desenvolvimento de software educativo. **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação SBIE**, v. 2005, 2005, Juiz de Fora – MG. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Alex_Gomes2/publication/228971486_Usabilidade_de_no_ciclo_de_desenvolvimento_de_software_educativo/links/00b4951a0f0502cb25000000/Usabilidade-no-ciclo-de-desenvolvimento-de-software-educativo.pdf - Acesso em: 01/05/2020.

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão?. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201-209, 2006.

INEP, **Censo Escolar Notas Estatísticas 2016**, Brasília, 2017, Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2017/notas_estatisticas_censo_escolar_da_educacao_basica_2016.pdf - Acesso em 01/05/2020

LENZ, J. A.; SAAVEDRA FILHO, N. C.; BEZERRA JR, A. G. Utilização de TIC para o estudo do movimento: alguns experimentos didáticos com o software Tracker. **Abakós**, v. 2, n. 2, p. 24-34, 2014.

MIRANDA, G. L. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Sísifo**, n. 3, p. 41-50/EN 39-48, 2007.

MIRANDA, R.M. **GROA: um gerenciador de repositórios de objetos de aprendizagem**. 2004.80 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação. Porto Alegre, 2004.

MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 327-332, 2016.

NASCIMENTO, M. das G. A formação continuada dos professores: modelos, dimensões e problemática. (Ciclo de Conferências da Constituinte Escolar). **Caderno Temático**, Belo Horizonte, n. 5, jun., 2000.

PAPERT, S. **Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas**. Basic Books, Inc., 1980.

PAPERT, S. **Constructionism: A new opportunity for elementary science education**. Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, 1986.

PAPERT, S. **Máquina das Crianças**, tradução Sandra Costa. Artmed 1994.

PARANÁ. SEED/PR - Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes curriculares da educação básica: Física**. Curitiba, 2008. Disponível em: http://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2019-12/dce_fis.pdf - Acesso em 01/05/2020

PEDUZZI, S.; PEDUZZI, L. O. Q.; COSTA, S. C. da, EDITORIAL. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, volume 29, número 1, set 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n2p271/19077> - Acesso em 01/05/2020

PAVIANI, N. M. S. Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência. **CONJECTURA: filosofia e educação**, v. 14, n. 2, 2009.

PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. Tradução Rosângela Dellosso Penteadó, revisão técnica Fernão Stella R. Germano, José Carlos Maldonato, Paulo Cesar Masiero. 6.ed. São Paulo: MCGraw – Hill, 2006.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo “estado da arte” em educação, **Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 6, n.19, p.37-50, 2006.

ROMANOWSKI, J. P. **Formação e profissionalização docente**. Editora Ibpex, 2007.

ROSSINI, C.; GONZALEZ, C. REA: o debate em política pública e as oportunidades para o mercado. **Recursos Educacionais Abertos: práticas colaborativas e políticas públicas**, v.13, n.30, p. 35-70, 2012.

SANTOS, E. I. dos; PIASSI, L. P. de C.; FERREIRA, N. C. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**, Jaboticatubas, out. 2004, Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Emerson_Izidoro - Acesso em 01/05/2020.

SANTOS, L. M. A.; FLÔRES, M. L. P.; TAROUÇO, L. M. R. **Objeto de aprendizagem: teoria instrutiva apoiada por Computador**. RENOTE – Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre, v.6, n.2, p. 1-10, 2007.

SÉRÉ, M-G; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da Física. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 20, n. 1, p. 30-42, 2003.

SILVA, D. Recursos Educacionais Abertos como fontes de informação. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 20, n. 44, p. 59-72, 2015.

SAAVEDRA FILHO, N. C.; LENZ, J. A.; BEZERRA JR, A. G.. Utilização da Videoanálise para o estudo do movimento circular e a construção do conceito de aceleração centrípeta. **Acta Scientiae**, v. 18, n. 3, 2016.

SEARS, F. W.; ZEMANSKY, M. W. Física: mecânica-hidrodinâmica. **Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos**, 1980.

SILVA, E. L. da; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. Ed. Florianópolis, UFSC 2005, 138 p. Disponível em: https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf. Acesso em 20/05/2019.

SILVA, E. M. A.; ARAÚJO, C. M. de. Reflexão em Paulo Freire: uma contribuição para a formação continuada de professores. **Colóquio Internacional Paulo Freire**, v. 5, p. 1-8, 2005.

SHIGUNOV NETO, A.; MACIEL, L. S. B. (Org.) **Reflexões sobre a formação de professores**. Campinas: Papyrus, 2002.

SOFFNER, R. K. **As tecnologias da inteligência e a educação como desenvolvimento humano. 2005**. 2005. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOFFNER, R. Tecnologia e Educação: um diálogo Freire–Papert. **Tópicos Educacionais**, v. 1, n. 1, 2013.

TENFEN, D. N. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 1-2, 2016.

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

TORRES JUNIOR C.V., **Implantação dos laboratórios básicos padrão MEC/FNDE na rede pública do Estado do Paraná pelo Programa Brasil Profissionalizado. Dissertação (Mestrado Profissional)**. Universidade Federal de Juiz de Fora – MG, 2014.

UNESCO. **Padrões de Competência em TIC para professores**, número 1, 2008. Disponível em https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000156209_por - Acesso em 01/05/2020

VALENTE, J. A. **Informática na Educação: instrucionismo x construcionismo. EDUCAÇÃO PÚBLICA** 1997. Disponível em: <<http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/tecnologia/0003.html>>. Acesso em 25/02/2019.

VEIT, E. A.; TEODORO, V. D. Modelagem no ensino: aprendizagem de Física e os novos parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio. **Revista brasileira de ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 87-96, 2002.

ZABALA, A. **A Prática Educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

APÊNDICE**ANEXO A – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE AULA DO CURSO DE
FORMAÇÃO CONTINUADA**

Nome: _____

Sequência didática: _____

A - Instalação do Software

1) Houve dificuldade quanto ao Download do Software?

 Sim Não

2) Houve dificuldade na Instalação do Software?

 Sim Não

Se houve, por favor descreva:

3) O TRACKER foi facilmente localizado na sua área de Trabalho?

 Sim Não**B - Filmagem e Importação do Vídeo**

1) Foi utilizado um vídeo elaborado por você/equipe?

 Sim Não., qual a fonte: _____

2) A Filmagem ocorreu em qual ambiente?

 Sala de Aula Pátio/Quadra da Escola Laboratório Fora da Escola, onde: _____

3) As recomendações de filmagem quanto a iluminação, tipos de objetos a serem usados, cores entre outros, foram seguidas?

 Sim Não, por qual motivo: _____

4) Qual equipamento foi utilizado para a filmagem?

 Aparelho Celular Webcam Outro: _____

5) Qual o meio utilizado para transferência do vídeo para o Computador?

- Cabo celular E-Mail
 Bluetooth Drive (Google, Onedrive)

C - Parametrizações e Marcações

1) Houve dificuldade na importação do vídeo para o TRACKER?

- Sim - Qual? _____
 Não

2) As instruções para determinação dos quadros (CORTES DE VÍDEO) de análise estavam claras?

- Sim
 Não - Sugestão: _____

3) Houve necessidade de rotacionar o seu vídeo?

- Sim - Houve dificuldade? Sim / Não
 Não

4) Houve dificuldade na inserção dos EIXOS DE COORDENADAS?

- Sim - Qual? _____
 Não

5) Houve dificuldade na inserção da CALIBRAÇÃO?

- Sim - Qual? _____
 Não

6) Houve dificuldade no processo de MARCAÇÃO DE PONTOS DE MASSA / CENTRO DE MASSA / VETOR?

- Sim - Qual? _____
 Não

7) O material entregue com instruções para as parametrizações forneceu informações suficientes para execução desta etapa?

- Sim
 Não. - Nos comente o motivo e sugira melhorias:

D - Análise dos Dados

1) A forma com que o *Tracker* fornece os dados para análise é clara para você?

- Sim
 Não., por qual motivo? -----

2) Os gráficos utilizados forneceram informações suficientes para análise?

- Sim
 Não

3) Relacione os gráficos que você utilizou:

4) Na sua opinião, qual o nível de facilidade no uso da FERRAMENTA DE DADOS:
De 1 a 5, onde 1 é muito difícil de usar e 5 extremamente fácil de usar. (___)

E - Opinião quanto a utilização do recurso em Sala de Aula.

1) Você utilizaria essa sequência em sala de aula?

(___) Sim (___) Não

2) Caso você utilize, como dividiria os papéis?

(___) Alunos realizam todas as operações

(___) Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Alunos Analisam os Dados

(___) Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Professor analisa os dados

(___) Professor faz todas as operações expondo para os alunos.

(___) Nenhuma das opções acima., como Como você faria? _____

ANEXO B – QUESTIONÁRIOS RESPONDIDOS

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO TRACKER

Nome: _____
 Experimentos realizados: M.A. Duros Anulaciondo

A - Instalação do Software

1) Houve dificuldade quanto ao Download do Software?
 Sim Não

2) Houve dificuldade na Instalação do Software?
 Sim Não
 Se houve, por favor descreva: _____

3) O TRACKER foi facilmente localizado na sua área de Trabalho?
 Sim Não

B - Filmagem e Importação do Vídeo

1) Foi utilizado um vídeo elaborado por você/eqüipe?
 Sim Não. Qual a fonte? _____

2) A Filmagem ocorreu em qual ambiente?
 Sala de Aula
 Pátio/Quadra da Escola
 Laboratório
 Fora da Escola. Onde? _____

3) As recomendações de filmagem quanto a iluminação, tipos de objetos a serem usados, cores entre outros, foram seguidas?
 Sim
 Não. Motivo: _____

4) Qual equipamento foi utilizado para a filmagem?
 Aparelho Celular
 Webcam
 Outro: _____

5) Qual o meio utilizado para transferência do vídeo para o Computador?
 Cabo celular E-Mail
 Bluetooth Drive (Google, OneDrive)

C - Parametrizações e Marcações

1) Houve dificuldade na importação do vídeo para o TRACKER?
 Sim - Qual? _____
 Não

2) A instrução para determinação dos quadros (CORTES DE VÍDEO) de análise estava clara?
 Sim
 Não - Sugestão: _____

3) Houve necessidade de rotacionar o seu vídeo?
 Sim - Houve dificuldade? Sim / Não
 Não

4) Houve dificuldade na inserção dos EIXOS DE COORDENADAS?
 Sim - Qual? _____
 Não

5) Houve dificuldade na inserção da CALIBRAÇÃO?
 Sim - Qual? _____
 Não

6) Houve dificuldade no processo de MARCAÇÃO DE PONTOS DE MASSA / CENTRO DE MASSA / VETOR?
 Sim - Qual? Quando se botou fazer muito rapidamente
 Não Nov. Itanirô uis

7) O material entregue com instruções para as parametrizações, forneceu informações suficientes para execução desta etapa?
 Sim
 Não. Comente o motivo e sugira melhorias: _____

D - Análise dos Dados

1) A forma com que o Tracker fornece os dados para análise é clara para você?
 Sim
 Não. Por qual motivo? _____

2) Os gráficos utilizados forneceram informações suficientes para análise?
 Sim
 Não

3) Relacione os gráficos que você utilizou: _____

4) Na sua opinião, qual o nível de facilidade no uso da FERRAMENTA DE DADOS: De 1 a 5, onde 1 é muito difícil de usar e 5 extremamente fácil de usar: 5

E - Opinião quanto a utilização do recurso em Sala de Aula.

1) Você utilizaria essa sequência em sala de aula?
 Sim Não

2) Caso você utilize, como dividiria os papéis?
 Alunos realizam todas as operações
 Alunos Filmam. Professor faz as Marcações, Alunos Analisam os Dados
 Alunos Filmam. Professor faz as Marcações, Professor analisa os dados
 Professor faz todas as operações expondo para os alunos
 Nenhuma das opções acima. Como você faria? _____

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO TRACKER

Nome: _____
 Experimentos realizados: MESA-NOLA-AMOLTADO

A - Instalação do Software

1) Houve dificuldade quanto ao Download do Software?
 Sim Não

2) Houve dificuldade na Instalação do Software?
 Sim Não
 Se houve, por favor descreva: _____

3) O TRACKER foi facilmente localizado na sua área de Trabalho?
 Sim Não

B - Filmagem e Importação do Vídeo

1) Foi utilizado um vídeo elaborado por você/eqüipe?
 Sim Não. Qual a fonte? _____

2) A Filmagem ocorreu em qual ambiente?
 Sala de Aula
 Pátio/Quadra da Escola
 Laboratório
 Fora da Escola. Onde? _____

3) As recomendações de filmagem quanto a iluminação, tipos de objetos a serem usados, cores entre outros, foram seguidas?
 Sim
 Não. Motivo: _____

4) Qual equipamento foi utilizado para a filmagem?
 Aparelho Celular
 Webcam
 Outro: _____

5) Qual o meio utilizado para transferência do vídeo para o Computador?
 Cabo celular E-Mail
 Bluetooth Drive (Google, OneDrive)

C - Parametrizações e Marcações

1) Houve dificuldade na importação do vídeo para o TRACKER?
 Sim - Qual? _____
 Não

2) A instrução para determinação dos quadros (CORTES DE VÍDEO) de análise estava clara?
 Sim
 Não - Sugestão: _____

3) Houve necessidade de rotacionar o seu vídeo?
 Sim - Houve dificuldade? Sim / Não
 Não

4) Houve dificuldade na inserção dos EIXOS DE COORDENADAS?
 Sim - Qual? _____
 Não

5) Houve dificuldade na inserção da CALIBRAÇÃO?
 Sim - Qual? _____
 Não

6) Houve dificuldade no processo de MARCAÇÃO DE PONTOS DE MASSA / CENTRO DE MASSA / VETOR?
 Sim - Qual? _____
 Não

7) O material entregue com instruções para as parametrizações, forneceu informações suficientes para execução desta etapa?
 Sim
 Não. Comente o motivo e sugira melhorias: _____

D - Análise dos Dados

1) A forma com que o Tracker fornece os dados para análise é clara para você?
 Sim
 Não. Por qual motivo? _____

2) Os gráficos utilizados forneceram informações suficientes para análise?
 Sim
 Não

3) Relacione os gráficos que você utilizou: y x t

4) Na sua opinião, qual o nível de facilidade no uso da FERRAMENTA DE DADOS: De 1 a 5, onde 1 é muito difícil de usar e 5 extremamente fácil de usar: 5

E - Opinião quanto a utilização do recurso em Sala de Aula.

1) Você utilizaria essa sequência em sala de aula?
 Sim Não

2) Caso você utilize, como dividiria os papéis?
 Alunos realizam todas as operações
 Alunos Filmam. Professor faz as Marcações, Alunos Analisam os Dados
 Alunos Filmam. Professor faz as Marcações, Professor analisa os dados
 Professor faz todas as operações expondo para os alunos
 Nenhuma das opções acima. Como você faria? _____

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO TRACKER

Nome: _____
 Experimentos realizados: VISCOSIDADE

A - Instalação do Software

1) Houve dificuldade quanto ao Download do Software?
 Sim Não

2) Houve dificuldade na Instalação do Software?
 Sim Não
 Se houve, por favor descreva: _____

3) O TRACKER foi facilmente localizado na sua área de Trabalho?
 Sim Não

B - Filmagem e Importação do Vídeo

1) Foi utilizado um vídeo elaborado por você/equipe?
 Sim
 Não. Qual a fonte? _____

2) A Filmagem ocorreu em qual ambiente?
 Sala de Aula
 Pátio/Quadra da Escola
 Laboratório
 Fora da Escola. Onde? _____

3) As recomendações de filmagem quanto a iluminação, tipos de objetos a serem usados, cores entre outros, foram seguidas?
 Sim
 Não. Motivo: _____

4) Qual equipamento foi utilizado para a filmagem?
 Aparelho Celular
 Webcam
 Outro: _____

5) Qual o meio utilizado para transferência do vídeo para o Computador?
 Cabo celular E-Mail
 Bluetooth Drive (Google, OneDrive)

C - Parametrizações e Marcações

1) Houve dificuldade na importação do vídeo para o TRACKER?
 Sim - Qual? _____
 Não

2) A instrução para determinação dos quadros (CORTES DE VÍDEO) de análise estava clara?
 Sim
 Não - Sugestão: _____

3) Houve necessidade de rotacionar o seu vídeo?
 Sim - Houve dificuldade? Sim / Não
 Não

4) Houve dificuldade na inserção dos EIXOS DE COORDENADAS?
 Sim - Qual? _____
 Não

5) Houve dificuldade na inserção da CALIBRAÇÃO?
 Sim - Qual? _____
 Não

6) Houve dificuldade no processo de MARCAÇÃO DE PONTOS DE MASSA / CENTRO DE MASSA / VETOR?
 Sim - Qual? _____
 Não

7) O material entregue com instruções para as parametrizações, forneceu informações suficientes para execução desta etapa?
 Sim
 Não. Comente o motivo e sugira melhorias: _____

D - Análise dos Dados

1) A forma com que o Tracker fornece os dados para análise é clara para você?
 Sim
 Não. Por qual motivo? _____

2) Os gráficos utilizados forneceram informações suficientes para análise?
 Sim
 Não

3) Relacione os gráficos que você utilizou:
Y vs t v vs t

4) Na sua opinião, qual o nível de facilidade no uso da FERRAMENTA DE DADOS.
 De 1 a 5, onde 1 é muito difícil de usar e 5 extremamente fácil de usar: 4

E - Opinião quanto a utilização do recurso em Sala de Aula.

1) Você utilizaria essa sequência em sala de aula?
 Sim Não

2) Caso você utilize, como dividiria os papéis?
 Alunos realizam todas as operações
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Alunos Analisam os Dados
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Professor analisa os dados
 Professor faz todas as operações expondo para os alunos
 Nenhuma das opções acima. Como você faria? _____

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO TRACKER

Nome: _____
 Experimentos realizados: Movimento Angular

A - Instalação do Software

1) Houve dificuldade quanto ao Download do Software?
 Sim Não

2) Houve dificuldade na Instalação do Software?
 Sim Não
 Se houve, por favor descreva: _____

3) O TRACKER foi facilmente localizado na sua área de Trabalho?
 Sim Não

B - Filmagem e Importação do Vídeo

1) Foi utilizado um vídeo elaborado por você/equipe?
 Sim
 Não. Qual a fonte? _____

2) A Filmagem ocorreu em qual ambiente?
 Sala de Aula
 Pátio/Quadra da Escola
 Laboratório
 Fora da Escola. Onde? _____

3) As recomendações de filmagem quanto a iluminação, tipos de objetos a serem usados, cores entre outros, foram seguidas?
 Sim
 Não. Motivo: _____

4) Qual equipamento foi utilizado para a filmagem?
 Aparelho Celular
 Webcam
 Outro: _____

5) Qual o meio utilizado para transferência do vídeo para o Computador?
 Cabo celular E-Mail
 Bluetooth Drive (Google, OneDrive)

C - Parametrizações e Marcações

1) Houve dificuldade na importação do vídeo para o TRACKER?
 Sim - Qual? _____
 Não

2) A instrução para determinação dos quadros (CORTES DE VÍDEO) de análise estava clara?
 Sim
 Não - Sugestão: _____

3) Houve necessidade de rotacionar o seu vídeo?
 Sim - Houve dificuldade? Sim / Não
 Não

4) Houve dificuldade na inserção dos EIXOS DE COORDENADAS?
 Sim - Qual? _____
 Não

5) Houve dificuldade na inserção da CALIBRAÇÃO?
 Sim - Qual? _____
 Não

6) Houve dificuldade no processo de MARCAÇÃO DE PONTOS DE MASSA / CENTRO DE MASSA / VETOR?
 Sim - Qual? _____
 Não

7) O material entregue com instruções para as parametrizações, forneceu informações suficientes para execução desta etapa?
 Sim
 Não. Comente o motivo e sugira melhorias: _____

D - Análise dos Dados

1) A forma com que o Tracker fornece os dados para análise é clara para você?
 Sim Não. Por qual motivo? Falta familiarização

2) Os gráficos utilizados forneceram informações suficientes para análise?
 Sim
 Não

3) Relacione os gráficos que você utilizou:
 $x = \frac{v}{\omega}$
 $\gamma = \frac{v}{r\omega}$

4) Na sua opinião, qual o nível de facilidade no uso da FERRAMENTA DE DADOS.
 De 1 a 5, onde 1 é muito difícil de usar e 5 extremamente fácil de usar: _____

E - Opinião quanto a utilização do recurso em Sala de Aula.

1) Você utilizaria essa sequência em sala de aula?
 Sim Não

2) Caso você utilize, como dividiria os papéis?
 Alunos realizam todas as operações
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Alunos Analisam os Dados
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Professor analisa os dados
 Professor faz todas as operações expondo para os alunos
 Nenhuma das opções acima. Como você faria? _____

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO TRACKER

Nome: [REDACTED]
 Experimentos realizados: Atenuação da velocidade

A - Instalação do Software

1) Houve dificuldade quanto ao Download do Software?
 Sim Não

2) Houve dificuldade na Instalação do Software?
 Sim Não
 Se houve, por favor descreva: _____

3) O TRACKER foi facilmente localizado na sua área de Trabalho?
 Sim Não

B - Filmagem e Importação do Vídeo

1) Foi utilizado um vídeo elaborado por você/equipe?
 Sim
 Não. Qual a fonte? _____

2) A Filmagem ocorreu em qual ambiente?
 Sala de Aula
 Pátio/Quadra da Escola
 Laboratório
 Fora da Escola. Onde? _____

3) As recomendações de filmagem quanto a iluminação, tipos de objetos a serem usados, cores entre outros, foram seguidas?
 Sim
 Não. Motivo: _____

4) Qual equipamento foi utilizado para a filmagem?
 Aparelho Celular
 Webcam
 Outro: _____

5) Qual o meio utilizado para transferência do vídeo para o Computador?
 Cabo celular E-Mail
 Bluetooth Drive (Google, OneDrive)

C - Parametrizações e Marcações

1) Houve dificuldade na importação do vídeo para o TRACKER?
 Sim - Qual? _____
 Não

2) A instrução para determinação dos quadros (CORTES DE VÍDEO) de análise estava clara?
 Sim
 Não - Sugestão: _____

3) Houve necessidade de rotacionar o seu vídeo?
 Sim - Houve dificuldade? Sim / Não
 Não

4) Houve dificuldade na inserção dos EIXOS DE COORDENADAS?
 Sim - Qual? _____
 Não

5) Houve dificuldade na inserção da CALIBRAÇÃO?
 Sim - Qual? _____
 Não

6) Houve dificuldade no processo de MARCAÇÃO DE PONTOS DE MASSA / CENTRO DE MASSA / VETOR?
 Sim - Qual? _____
 Não

7) O material entregue com instruções para as parametrizações, forneceu informações suficientes para execução desta etapa?
 Sim
 Não. Comente o motivo e sugira melhorias: _____

D - Análise dos Dados

1) A forma com que o Tracker fornece os dados para análise é clara para você?
 Sim
 Não. Por qual motivo? _____

2) Os gráficos utilizados forneceram informações suficientes para análise?
 Sim
 Não

3) Relacione os gráficos que você utilizou
Posição versus tempo

4) Na sua opinião, qual o nível de facilidade no uso da FERRAMENTA DE DADOS.
 De 1 a 5, onde 1 é muito difícil de usar e 5 extremamente fácil de usar. 4

E - Opinião quanto a utilização do recurso em Sala de Aula.

1) Você utilizaria essa sequência em sala de aula?
 Sim Não

2) Caso você utilize, como dividiria os papéis?

Alunos realizam todas as operações
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Alunos Analisam os Dados
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Professor analisa os dados
 Professor faz todas as operações expondo para os alunos.
 Nenhuma das opções acima. Como você faria? _____

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO TRACKER

Nome: [REDACTED]
 Experimentos realizados: Movimento Anual

A - Instalação do Software

1) Houve dificuldade quanto ao Download do Software?
 Sim Não

2) Houve dificuldade na Instalação do Software?
 Sim Não
 Se houve, por favor descreva: _____

3) O TRACKER foi facilmente localizado na sua área de Trabalho?
 Sim Não

B - Filmagem e Importação do Vídeo

1) Foi utilizado um vídeo elaborado por você/equipe?
 Sim
 Não. Qual a fonte? _____

2) A Filmagem ocorreu em qual ambiente?
 Sala de Aula
 Pátio/Quadra da Escola
 Laboratório
 Fora da Escola. Onde? _____

3) As recomendações de filmagem quanto a iluminação, tipos de objetos a serem usados, cores entre outros, foram seguidas?
 Sim
 Não. Motivo: Tarde

4) Qual equipamento foi utilizado para a filmagem?
 Aparelho Celular
 Webcam
 Outro: _____

5) Qual o meio utilizado para transferência do vídeo para o Computador?
 Cabo celular E-Mail
 Bluetooth Drive (Google, OneDrive)

6) Houve dificuldade na importação do vídeo para o TRACKER?
 Sim - Qual? _____
 Não

7) A instrução para determinação dos quadros (CORTES DE VÍDEO) de análise estava clara?
 Sim
 Não - Sugestão: _____

3) Houve necessidade de rotacionar o seu vídeo?
 Sim - Houve dificuldade? Sim / Não
 Não

4) Houve dificuldade na inserção dos EIXOS DE COORDENADAS?
 Sim - Qual? _____
 Não

5) Houve dificuldade na inserção da CALIBRAÇÃO?
 Sim - Qual? _____
 Não

6) Houve dificuldade no processo de MARCAÇÃO DE PONTOS DE MASSA / CENTRO DE MASSA / VETOR?
 Sim - Qual? _____
 Não

7) O material entregue com instruções para as parametrizações, forneceu informações suficientes para execução desta etapa?
 Sim
 Não. Comente o motivo e sugira melhorias: _____

D - Análise dos Dados

1) A forma com que o Tracker fornece os dados para análise é clara para você?
 Sim
 Não. Por qual motivo? _____

2) Os gráficos utilizados forneceram informações suficientes para análise?
 Sim
 Não

3) Relacione os gráficos que você utilizou

x(t), y(t), Excel -> Movimento angular

4) Na sua opinião, qual o nível de facilidade no uso da FERRAMENTA DE DADOS.
 De 1 a 5, onde 1 é muito difícil de usar e 5 extremamente fácil de usar. 4

E - Opinião quanto a utilização do recurso em Sala de Aula.

1) Você utilizaria essa sequência em sala de aula?
 Sim Não

2) Caso você utilize, como dividiria os papéis?

Alunos realizam todas as operações
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Alunos Analisam os Dados
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Professor analisa os dados
 Professor faz todas as operações expondo para os alunos.
 Nenhuma das opções acima. Como você faria? _____

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO TRACKER

Nome: _____
 Experimentos realizados: Movimento Circular

A - Instalação do Software

1) Houve dificuldade quanto ao Download do Software?
 Sim Não

2) Houve dificuldade na Instalação do Software?
 Sim Não
 Se houve, por favor descreva: _____

3) O TRACKER foi facilmente localizado na sua área de Trabalho?
 Sim Não

B - Filmagem e Importação do Vídeo

1) Foi utilizado um vídeo elaborado por você/equipe?
 Sim
 Não. Qual a fonte? _____

2) A Filmagem ocorreu em qual ambiente?
 Sala de Aula
 Pátio/Quadra da Escola
 Laboratório
 Fora da Escola. Onde? _____

3) As recomendações de filmagem quanto a iluminação, tipos de objetos a serem usados, cores entre outros, foram seguidas?
 Sim
 Não. Motivo: _____

4) Qual equipamento foi utilizado para a filmagem?
 Aparelho Celular
 Webcam
 Outro: _____

5) Qual o meio utilizado para transferência do vídeo para o Computador?
 Cabo celular E-Mail
 Bluetooth Drive (Google, Onedrive)

C - Parametrizações e Marcações

1) Houve dificuldade na importação do vídeo para o TRACKER?
 Sim - Qual? _____
 Não

2) A instrução para determinação dos quadros (CORTES DE VÍDEO) de análise estava clara?
 Sim
 Não - Sugestão: _____

3) Houve necessidade de rotacionar o seu vídeo?
 Sim - Houve dificuldade? Sim / Não
 Não

4) Houve dificuldade na inserção dos EIXOS DE COORDENADAS?
 Sim - Qual? _____
 Não

5) Houve dificuldade na inserção da CALIBRAÇÃO?
 Sim - Qual? _____
 Não

6) Houve dificuldade no processo de MARCAÇÃO DE PONTOS DE MASSA / CENTRO DE MASSA / VETOR?
 Sim - Qual? _____
 Não

7) O material entregue com instruções para as parametrizações, forneceu informações suficientes para execução desta etapa?
 Sim
 Não. Comente o motivo e sugira melhorias: _____

D - Análise dos Dados

1) A forma com que o Tracker fornece os dados para análise é clara para você?
 Sim
 Não. Por qual motivo? _____

2) Os gráficos utilizados forneceram informações suficientes para análise?
 Sim
 Não

3) Relacione os gráficos que você utilizou:
Não me recordo, pois foi o outro componente de grupo que fez esta parte.

4) Na sua opinião, qual o nível de facilidade no uso da FERRAMENTA DE DADOS:
 De 1 a 5, onde 1 é muito difícil de usar e 5 extremamente fácil de usar. 3

E - Opinião quanto a utilização do recurso em Sala de Aula.

1) Você utilizaria essa sequência em sala de aula?
 Sim Não

2) Caso você utilize, como dividiria os papéis?
 Alunos realizam todas as operações
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Alunos Análise os Dados
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Professor analisa os dados
 Professor faz todas as operações expondo para os alunos
 Nenhuma das opções acima. Como você faria? _____

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO TRACKER

Nome: _____
 Experimentos realizados: Masa Mola!

A - Instalação do Software

1) Houve dificuldade quanto ao Download do Software?
 Sim Não

2) Houve dificuldade na Instalação do Software?
 Sim Não
 Se houve, por favor descreva: _____

3) O TRACKER foi facilmente localizado na sua área de Trabalho?
 Sim Não

B - Filmagem e Importação do Vídeo

1) Foi utilizado um vídeo elaborado por você/equipe?
 Sim
 Não. Qual a fonte? _____

2) A Filmagem ocorreu em qual ambiente?
 Sala de Aula
 Pátio/Quadra da Escola
 Laboratório
 Fora da Escola. Onde? _____

3) As recomendações de filmagem quanto a iluminação, tipos de objetos a serem usados, cores entre outros, foram seguidas?
 Sim
 Não. Motivo: _____

4) Qual equipamento foi utilizado para a filmagem?
 Aparelho Celular
 Webcam
 Outro: _____

5) Qual o meio utilizado para transferência do vídeo para o Computador?
 Cabo celular E-Mail
 Bluetooth Drive (Google, Onedrive)

C - Parametrizações e Marcações

1) Houve dificuldade na importação do vídeo para o TRACKER?
 Sim - Qual? _____
 Não

2) A instrução para determinação dos quadros (CORTES DE VÍDEO) de análise estava clara?
 Sim
 Não - Sugestão: _____

3) Houve necessidade de rotacionar o seu vídeo?
 Sim - Houve dificuldade? Sim / Não
 Não

4) Houve dificuldade na inserção dos EIXOS DE COORDENADAS?
 Sim - Qual? _____
 Não

5) Houve dificuldade na inserção da CALIBRAÇÃO?
 Sim - Qual? _____
 Não

6) Houve dificuldade no processo de MARCAÇÃO DE PONTOS DE MASSA / CENTRO DE MASSA / VETOR?
 Sim - Qual? _____
 Não

7) O material entregue com instruções para as parametrizações, forneceu informações suficientes para execução desta etapa?
 Sim
 Não. Comente o motivo e sugira melhorias: _____

D - Análise dos Dados

1) A forma com que o Tracker fornece os dados para análise é clara para você?
 Sim
 Não. Por qual motivo? _____

2) Os gráficos utilizados forneceram informações suficientes para análise?
 Sim
 Não

3) Relacione os gráficos que você utilizou:
Análise de tempo

4) Na sua opinião, qual o nível de facilidade no uso da FERRAMENTA DE DADOS:
 De 1 a 5, onde 1 é muito difícil de usar e 5 extremamente fácil de usar. 3

E - Opinião quanto a utilização do recurso em Sala de Aula.

1) Você utilizaria essa sequência em sala de aula?
 Sim Não

2) Caso você utilize, como dividiria os papéis?
 Alunos realizam todas as operações
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Alunos Análise os Dados
 Alunos Filmam, Professor faz as Marcações, Professor analisa os dados
 Professor faz todas as operações expondo para os alunos
 Nenhuma das opções acima. Como você faria? _____

ANEXO C – DIÁRIOS DE BORDO

Para o encontro do dia 10/02/2020 os dados registrados foram:

1) Como foi planejada a aula para dia?

Resposta: A aula de hoje foi planejada da seguinte forma: 1º Momento, o professor Arandi fala por uma média de 10 minutos apresentando a pesquisa, e o histórico do que foi desenvolvido pela equipe do Tracker. 2º Momento – iniciam-se os trabalhos realizando uma experiência de Queda-livre, onde demonstro ao vivo juntamente com o professor Arandi que realizou a filmagem, o funcionamento do Tracker, a marcação dos pontos, análise dos dados e afins.

2) Como os alunos se portaram diante da atividade proposta?

Resposta: Para o 1º momento houve uma extensão de 10 minutos para aproximadamente 1h40min pois foi necessário demonstrar com mais detalhes os projetos desenvolvidos, já que houve um despertar de curiosidade por parte dos alunos, o que era para ser uma breve introdução, tornou-se uma explanação mais profunda dos trabalhos e já surgiram questionamentos referentes as potencialidades de uso.

3) Houve alguma dificuldade, ou facilidade de algum aluno diferente dos demais?

Resposta: Sim, houve uma dificuldade de entendimento quanto a escala métrica do Tracker, mais especificamente margem de Erro e identificação deste, haja visto que não é claro como o Tracker faz essa comparação Escala Métrica x Pixels.

4) Você sentiu alguma dificuldade?

Resposta: Sim, quanto a esse esclarecimento da escala métrica, mas foi reforçado que o intuito do software é pedagógico e que em uma sala de aula, muitas vezes não se dispõe de material de precisão, portanto o erro deve ser absorvido e minimizado da melhor forma possível.

5) Será preciso retomar, continuar, ampliar sua ação pedagógica?

Resposta: Sim, no primeiro momento foi planejado para que os alunos fizessem suas próprias filmagens e atividades, porém ninguém levou notebook, então, foi disponibilizado para os alunos a filmagem realizada para que eles fizessem um estudo em casa e no 2º encontro retornassem com os notebooks.

6) Quais intervenções didáticas e pedagógicas que você faria naquilo que foi planejado?

Resposta: Acredito que dentro do material que havia sido proposto, tudo foi executado conforme planejado, pois demonstramos que mesmo com uma experiência “rústica”, como a queda livre de uma esfera de borracha, foi possível encontrar “ $g = 9,86 \text{ m/s}^2$ ”.

7) **Os objetivos que você planejou foram atingidos?**

Resposta: Sim, foram atingidos, inclusive houve interesse em realizar outros experimentos para o Trackeamento e justamente essa geração de interessa que era o grande objetivo do curso.

8) **Como se sentiu frente ao desempenho da turma?**

Resposta: Satisfeito, agiram dentro do esperado.

9) **Como acredita que os alunos se sentiram quando faziam a atividade?**

Resposta: Nesse encontro ainda não foi proposto nenhuma atividade pois os alunos não possuíam notebook, a aula foi expositiva, porém com demonstração de prática.

10) **Existe algum sentimento e/ou comportamento diferente de algum aluno que você pensa ser necessário registrar?**

Resposta: Acredito que ainda haja desconfiança por parte dos alunos quanto a efetividade do Tracker em sala de aula, porém, quando eles realizarem os experimentos, imagino que consigam vislumbrar sua utilização e façam a inserção do Tracker em seu planejamento de aula.

Para o encontro do dia 11/02/2020 os dados levantados foram:

1) **Como foi planejada a aula para dia?**

Resposta: A aula deste segundo encontro, inicialmente tinha como previsão realizar experimentos de MRU e MRUV utilizando carrinhos e dar abertura para outras sugestões de experimentos, todavia, como acordado ao final do 1º encontro foram sugeridos 4 experimentos base, como Trilho de Ar, Movimento Circular, Viscosidade e Oscilador Harmônico Amortecido.

2) **Como os alunos se portaram diante da atividade proposta?**

Resposta: A aula foi considerada surpreendente e acima de todas as expectativas. Os alunos dividiram-se basicamente em 3 grandes grupos para realização dos experimentos de Momento Angular, Massa-Mola Amortecido e Viscosidade. Todos executaram 100% das tarefas, desde a filmagem, Trackeamento e Análise dos Dados. Houve um comportamento também de seleção natural de Líderes, onde esses eram responsáveis pela orientação

dos colegas quanto as atividades que cada um exerceria, da mesma forma que esse “líder”, realizou o trackeamento. Um ponto interessante também foi que se levantou questões quanto ao recurso de autotracker, que o software permite.

3) Houve alguma dificuldade, ou facilidade de algum aluno diferente dos demais?

Resposta: Houve uma dispersão por parte de alguns alunos com maior senioridade, que atuam a mais tempo, que são crentes na tecnologia, mas adeptos de que os alunos devem realizar e fornecer os dados. Houve também alguma dispersão quanto a realização das atividades com carrinhos onde foi realizada a filmagem, mas acredito que por estarem focados nos 3 experimentos “grandes”, acabou-se não dando tanta atenção.

4) Você sentiu alguma dificuldade?

Resposta: Sim, quanto a esse esclarecimento do autotracker, pois identificou-se que seria necessário um parâmetro melhor de filmagem, como um fundo branco, um ponto de massa com cor totalmente diferenciada dos demais, dentre outros detalhes.

5) Será preciso retomar, continuar, ampliar sua ação pedagógica?

Resposta: Não, os esclarecimentos quanto a utilização do Software e suas potencialidades foram passados dentro de sua integralidade.

6) Quais intervenções didáticas e pedagógicas que você faria naquilo que foi planejado?

Resposta: Acredito que dentro do material que havia sido proposto, tudo foi executado.

7) Os objetivos que você planejou foram atingidos?

Resposta: Sim, foram atingidos, inclusive foram filmados outros experimentos como o carrinho e o trilho de ar, onde não foi possível realizar o Trackeamento em sala por conta do tempo, mas como lição de casa.

8) Como se sentiu frente ao desempenho da turma?

Resposta: Foi uma turma extremamente prazerosa e participativa, até os momentos de discussão foram pertinentes dentro da prática experimental pois reforçava alguns recursos do software e já semeava ideias de possíveis sequencias didáticas a serem aplicadas em sala de aula.

9) Como acredita que os alunos se sentiram quando faziam a atividade?

Resposta: Estavam empolgados e focados, tanto na prática experimental quanto na utilização do Tracker.

10) Existe algum sentimento e/ou comportamento diferente de algum aluno que você pensa ser necessário registrar?

Resposta: Acredito que um ponto que voltou a ser levantado nesse encontro foi a questão do Erro e Incerteza da medição, porém foi reforçado o que o software possibilita e como minimizar esse erro e/ou incerteza. Como dito na pergunta dois, houve a formação de grupos, encabeçamento por parte de alguns colegas e dispersão por parte dos mais antigos, porém mesmo estes participaram parte do experimento porém não realizam o trackeamento, mencionando inclusive no questionário que foi preenchido ao final do curso que eles passariam todas as atividades para os alunos e os mesmos apresentariam os resultados.

ANEXO D – TCLE

TCLE TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Caro professor(a)
Você está sendo convidado para participar da pesquisa intitulada:

POTENCIALIDADES DE USO DO SOFTWARE DE VIDEOANÁLISE TRACKER EM SALA DE AULA NO ENSINO DE FÍSICA.

Pesquisador(es/as) ou outro (a) profissional responsável pela pesquisa:

Mestrando: GIULIO DOMENICO BORDIN

Rua: -----

Telefones: -----

Orientador: ARANDI BEZERRA GINANE JUNIOR

Rua: Av. Sete de Setembro, 3165 – Bairro Rebouças - UTFPR

Telefones: (41) 3310-4662

Local de realização da pesquisa:

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Curitiba.

Av. Sete de Setembro, 3165 – Bairro Rebouças - CEP 80230-901- Curitiba/PR.

Telefone: (41) 3310-4662.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1 Apresentação da pesquisa.

Esta pesquisa refere-se à elaboração, aplicação e avaliação de um curso de formação continuada para professores de Física visando contribuir com a sua atualização em relação ao uso da videoanálise em suas práticas pedagógicas para o Ensino de Física.

2 Objetivos da pesquisa.

Desenvolver e aplicar um curso de extensão para o uso do software de videoanálise Tracker no ensino de Física, destinado a professores desta disciplina.

3 Participação na pesquisa.

Os professores participarão de encontros presenciais que serão realizados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba Sede Centro em salas a serem definidas. O primeiro encontro presencial está previsto para Fevereiro de 2020. No 1º encontro, inicialmente será esclarecido sobre a proposta do curso (ementa, carga horária, cronograma e atividades a serem realizadas) e a pesquisa de Mestrado, que ocorrerá no decorrer do curso. Após todas as informações sobre o curso, a pesquisa e outros esclarecimentos que os professores solicitarem, estes serão convidados a participar do curso/pesquisa. Para os professores que estiverem de acordo será solicitado que leiam e assinem o termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os professores participantes não serão filmados, nem terão suas vozes gravadas durante os encontros. Os professores participantes da pesquisa receberão o certificado do curso se estiverem presentes em pelo menos 1 encontro. Os encontros presenciais estão previstos para realização às segundas e terças, com duração de 4 horas, nas seguintes datas: 10 e 11 de fevereiro de 2020. Ao término de cada encontro presencial será preenchido um questionário para avaliação da atividade proposta. A carga total do curso é de 8 horas. Esclarecemos que todos os encontros serão presenciais e durante esses encontros, tanto os participantes quanto os pesquisadores estarão em situação de ensino-aprendizagem onde participarão de aulas expositivas dialogadas, trabalhos individuais ou em equipe. Para o acompanhamento do curso, serão utilizados questionários e sequências de experimentos utilizando o Tracker.

4 Confidencialidade.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados dos questionários, atividades presenciais, como mapa conceitual e plano de aula não serão identificados pelo nome, mas por um código. Os pesquisadores manterão um registro

de inclusão dos participantes de maneira sigilosa, contendo códigos, nomes e endereços para uso próprio. Os formulários de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinados pelos participantes serão mantidos pelo pesquisador em confidência estrita.

5 Riscos e Benefícios.

5a) Riscos: Por se tratar da participação de um curso de extensão onde ocorrerá a coleta de dados referente à prática docente e seu aprendizado durante o curso, existe o risco de desconforto e de constrangimento.

5b) Benefícios: Ao participante da pesquisa, o benefício poderá ser o aprendizado da utilização da vídeoanálise como recurso de aprendizagem para o Ensino de Física, bem como, o aperfeiçoamento da comunicação e possibilidade de maior integração com os estudantes.

6 Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão: Professores de Física e/ou Ciências da rede pública ou privada que estejam lecionando e sejam participantes do curso de formação continuada “Potencialidades de uso do software de vídeoanálise Tracker em sala de aula para o ensino de Física.”.

6b) Exclusão: Não se aplica.

7 Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Caro participante, ressaltamos que a qualquer momento você pode desistir e retirar seu consentimento para a pesquisa. Sua recusa não trará nenhum prejuízo na relação com o pesquisador ou com a instituição. Você poderá solicitar esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa.

Caso deseje receber o resultado desta pesquisa, informe um e-mail:

(e-mail para envio: _____)

8 Ressarcimento e indenização.

Para esta pesquisa não haverá custo para os participantes, não está previsto o ressarcimento de despesas de transporte. Será providenciado um lanche para o intervalo.

No entanto, o direito a indenização é obrigatório e haverá indenização sempre que a pesquisa ocasionar algum tipo de dano ao participante, conforme a Resolução CNS nº466, de 12 de dezembro de 2012.

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu, _____ declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos, benefícios, ressarcimento e indenização relacionados a este estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo.

Concordo que as informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome Completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/____ Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura:

Data: __/__/____

Declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome Pesquisador: Giulio Domenico Bordin

Nome Orientador: Arandi Ginane Bezerra Junior

Data: __/__/____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com GIULIO DOMENICO BORDIN, via e-mail: giuliobordin@alunos.utfpr.edu.br.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** 3310-4494, **E-mail:** coep@utfpr.edu.br

OBS: este documento deve conter 2 (duas) vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao participante da pesquisa.