

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

MARCUS VINICIUS PERES

**A VIDEOANÁLISE ENQUANTO PROCESSO: DA ELABORAÇÃO DE UM LIVRO À
ANÁLISE DE SUA UTILIZAÇÃO EM SALA DE AULA E SUA RELAÇÃO COM O
DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES NO ENSINO DE FÍSICA**

TESE

CURITIBA

2023

MARCUS VINICIUS PERES

**A VIDEOANÁLISE ENQUANTO PROCESSO: DA ELABORAÇÃO DE UM LIVRO À
ANÁLISE DE SUA UTILIZAÇÃO EM SALA DE AULA E SUA RELAÇÃO COM O
DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES NO ENSINO DE FÍSICA**

**Video analysis as a versatile process: from preparation of a book and analysis
of the impacts of use in the classroom to its relationship with the development
of skills in physics teaching**

Tese de doutorado 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 Doutor – Linha de Pesquisa: Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Arandi Ginane Bezerra Junior
Coorientador: Prof. Dr. Jorge Alberto Lenz

CURITIBA

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



MARCUS VINICIUS PERES

A VIDEOANÁLISE ENQUANTO PROCESSO: DA ELABORAÇÃO DE UM LIVRO À ANÁLISE DE SUA UTILIZAÇÃO EM SALA DE AULA E SUA RELAÇÃO COM O DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES NO ENSINO DE FÍSICA

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutor Em Ensino De Ciências E Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ensino, Aprendizagem E Mediações.

Data de aprovação: 04 de Agosto de 2023

Dr. Arandi Ginane Bezerra Junior, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Alisson Antonio Martins, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Anderson Stevens Leonidas Gomes, Doutorado - Universidade Federal de Pernambuco (Ufpe)

Dr. Carlos Chesman De Araujo Feitosa, Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Ufrn)

Dr. Marcos Antonio Florczak, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dr. Nelson Studart Filho, Doutorado - Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (Cnpem)

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 05/09/2023.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, Luis e Dulce, que passaram todos seus valores através do exemplo, sem vomitar idealizações e hipocrisias em seus filhos, permitindo que crescêssemos com autonomia, coragem e lealdade. Permeando o ambiente com amor e apoio, foram base de todas as minhas realizações.

Em segundo lugar, minha irmã (Aneís) e minha avó (Sirlei). A primeira por me ensinar a trabalhar com pessoas de personalidade forte, mas também por ser minha amiga mais antiga. Para a minha velha, agradecer por alegrar os meus dias e ser alvo das minhas maiores brincadeiras (pelos almoços também).

Para minha esposa Carolina, que admiro mais do que consigo expressar. Pelo acolhimento nos dias difíceis, pela compreensão em momentos turbulentos e por ser a melhor adversária nos duelos retóricos.

Aos meus amigos e padrinhos de casamento, por me mostrarem que alegria, parceria e as filosofias de boteco nos ajudam a contemplar os momentos significativos da vida.

Aos professores Arandi e Lenz que, nessa altura do campeonato, já são meus amigos. Pelos ensinamentos, paciência, orientações e por aliviarem nas piadas sobre futebol, meu muito obrigado.

Ao Colégio Bagozzi por ser a minha casa, lugar em que me sinto feliz e realizado. Gostaria de agradecer também ao colégio Santa Maria que ocupa um lugar especial no meu coração, me lapidando como profissional e permitindo que eu conhecesse pessoas encantadoras.

Aqueles que não estão mais nesse plano também merecem minha eterna gratidão. Minha vó Clara, falecida recentemente, pelo carinho. Ao meu vô Juca pela amizade e por seu meu companheiro de desenhos e séries. A minha tia Sonja por ter me tratado como filho. Ao meu padrinho Osni, meu companheiro de caminhada, de jogar paciência e por me tratar como o neto que nunca conheceu. Padre Ciríaco que foi um modelo perfeito da pedagogia marelliana, transmitindo valores e trabalhando de forma constante pela formação da juventude.

Por fim, a todos os meus estudantes que se apresentam, em diversos momentos, como luz e personificação da palavra esperança. Um professor sem estudantes é um palhaço sem alegria.

RESUMO

Nos últimos anos, o grupo de pesquisa TrackerBrasil produziu uma grande quantidade/variedade de materiais relacionados à videoanálise utilizando o software *Tracker*. Tais produções vão desde artigos publicados em anais de congressos e periódicos acadêmicos, até sequências didáticas, vídeos, visitas guiadas e tutoriais de diversos experimentos. Percebendo a diversidade de materiais, ficou evidente a necessidade de construir um produto que condensasse de maneira ordenada as experiências dos mais de dez anos em um instrumento que possibilite seu uso por vários públicos e em diversos meios, no caso, um livro. Para compreender a situação e necessidade da videoanálise nos ambientes educacionais, foi realizada uma pesquisa em documentos oficiais e de organizações independentes (nacionais e internacionais) que evidenciaram a importância da inserção de tecnologias em ambientes educacionais e de como impactam na formação de crianças, adolescentes e jovens. Há uma clara diferença na condução destes processos em países desenvolvidos se comparados às regiões menos desenvolvidas, como o Brasil. Na perspectiva do ensino de física, a videoanálise surge como aliada relevante às práticas educacionais, visto que a análise dos quadros de um vídeo dialoga com diversas habilidades valorizadas no contexto atual de educação, permeando o uso de tecnologia, a experimentação, o ensino remoto e, se olharmos para o ensino básico, as exigências da BNCC e suas competências e habilidades. Em paralelo, o uso da videoanálise gera um impacto relevante uma vez que pode contornar diferenças sociais no que tange ao acesso a experimentos, práticas e materiais indisponíveis em regiões menos favorecidas ou cujos profissionais apresentam defasagem na formação. Para pesquisa e verificação dos impactos desses processos foi utilizada a matriz dialógica-problematizadora, permitindo uma análise qualitativa, resultado da observação direta das práticas mediadas pelo livro. Experimentalmente se aplicou uma atividade durante um mês em turmas de primeiro ano de ensino médio a qual consistiu em utilizar o processo de videoanálise para analisar situações relevantes ao contexto dos estudantes, divididos em grupos de 5 a 6 integrantes. Para isso, foi disponibilizado o livro, no formato digital, como parte da orientação no desenvolvimento das atividades. Após a realização da atividade foi aplicado um questionário para compreender melhor a repercussão da utilização do processo de videoanálise na formação do estudante. Constatou-se desta forma que os estudantes utilizaram o *Tracker* de maneira adequada, encontraram as equações necessárias, interpretaram os gráficos gerados, possibilitando assim concluir que o processo de videoanálise pode ser inserido em sala de aula, envolvendo e aprimorando diversos aspectos da formação do estudante como o trabalho colaborativo, tomada de decisões, uso de tecnologia, desenvolvimento de atividades experimentais e análise de dados. Desta forma se pode considerar que o processo de videoanálise é um aliado no desenvolvimento de distintas habilidades, permitindo que os envolvidos evoluam dentro dos ambientes educacionais e transfiram tais aprendizados para outros meios. E, nesse contexto, o livro se mostrou como uma ferramenta importante para professores e estudantes cujo objetivo seja aprofundar os conhecimentos e aperfeiçoar as técnicas relevantes à videoanálise.

Palavras-chave: videoanálise, *tracker*, ensino de física, experimentação, tecnologias digitais de informação e comunicação

ABSTRACT

In recent years, the TrackerBrasil research group has produced a large amount/variety of materials related to video analysis using the Tracker software. Such productions range from articles published in conference proceedings and academic journals to didactic sequences, videos, guided tours, and tutorials of various experiments. Realizing the diversity of materials, it became evident the need to build a product that would condense in an orderly way the experiences of more than ten years in an instrument that allows its use by several audiences and in different means, in this case, a book. In order to understand the situation and need for video analysis in educational environments, we conducted a survey in official documents and those of independent organizations (national and international) that showed the importance of inserting technologies in educational environments and how they impact the education of children, adolescents, and young people. There is a clear difference in the conduct of these processes in developed countries compared to less developed regions, such as Brazil, whose primary concern is teaching basic commands in specific programs. From the perspective of physics teaching, video analysis emerges as a relevant ally to educational practices since the analysis of video frames dialogues with several skills valued in the current context of education, permeating the use of technology, experimentation, remote teaching, and, if we look at basic education, the requirements of the BNCC and its skills and abilities. At the same time, video analysis generates a relevant impact since it can circumvent social differences in access to experiments, practices, and materials unavailable in less favored regions or whose professionals have training deficits. The dialogic-problematizing matrix was used for verification of the impacts of these processes, allowing a qualitative result analysis of the educational practices mediated by the book. We applied an experimental activity for high-school first-year students for a month; the activity used the video analysis process to analyze relevant situations, with students divided into groups of 5 to 6 members. For this, the book was made available, in digital format, as part of the guidance in developing activities. After carrying out the activity, a questionnaire was applied to understand better the impact of using the video analysis process on student learning. We verified that students adequately used Tracker, found the necessary equations, and interpreted the graphs generated, thus making it possible to conclude that the video analysis process can be inserted in the classroom, involving and improving several aspects of the student's formation, such as collaborative work, decision-making, use of technology, development of experimental activities and data analysis. In this way, we proved that the video analysis process is an ally in developing diverse skills, allowing students to evolve within educational environments. Moreover, in this context, the book proved to be an essential tool for teachers and students whose objective is to deepen their knowledge and improve the techniques relevant to video analysis.

Keywords: videoanalysis, tracker, physics teaching, digital information and communication technologies, experimentation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem de “Um experimento com um pássaro na bomba de ar”	12
Figura 2: Einstein “deixa” de ser pacifista.....	34
Figura 3: Evolução do Ciberespaço.....	50
Figura 4: Comparação entre os layouts do Tracker e do PAI.....	120
Quadro 1: Possibilidades entre formação de professores e o processo de videoanálise.....	132
Quadro 2: Organização das áreas.....	137
Quadro 3: Modelo de Matriz Dialógica-Problematizadora.....	150
Quadro 4: Matriz Dialógica-Problematizadora.....	152
Figura 5: Capa do livro “O processo de videoanálise aplicado”	159
Quadro 5: Comparativo entre livros de videoanálise.....	163
Quadro 6: Competências e Habilidades, inserindo a videoanálise nas ciências da Natureza.....	168
Quadro 7: Competências e Habilidades, relacionando videoanálise à Matemática.....	170
Figura 6: Imagem de um dos ovos personalizados pelos estudantes.....	178
Figura 7: Montagem do paraquedas de uma das equipes.....	179
Figura 8: Montagem de outra equipe.....	179
Figura 9: Tela do Tracker e gráfico no SciDavis.....	180
Quadro 8: Modelo de avaliação por rúbrica.....	182
Quadro 9: Temas e informações necessárias.....	183
Quadro 10: Atividade de Matemática baseada no processo de videoanálise.....	184
Quadro 11: Temas e divisão dos grupos.....	184
Quadro 12: Categorias de avaliação.....	185
Figura 10: Imagem borrada de um corpo analisado pelo Tracker.....	186
Figura 11: Corpo rotacionando analisado pelo Tracker.....	187
Quadro 13: Atividades realizadas.....	188

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Comparação entre trabalhos nacionais e internacionais, por categorias.....	116
Tabela 2: Comparação entre trabalhos nacionais e internacionais, por conteúdo.....	117

LISTA DE SIGLAS

APS – *American Physical Society*

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CGI – Comitê Gestor da *Internet*

CIEd - Centro de Informática na Educação de 1° e 2° grau

CIES - Centro de Informática na Educação Superior

CIET - Centro de Informática na Educação Técnica

IA – Investigação Ação

MEC – Ministério da Educação

MOBRAL - Movimento Brasileiro de Alfabetização

MNPEF - Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física

NAP – National Assessment Program

ONU – Organização das Nações Unidas

PE – Produto Educacional

PEF – Projeto de Ensino de Física

PNE – Plano Nacional de Educação

PNLD – Plano Nacional do Livro Didático

PPGFCET - Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica

PREMEN - Programa de Expansão e Melhoria do Ensino

ProInfo - Programa Nacional de Informática na Educação

PRONINFE - Programa Nacional de Informática Educativa

PSSC - *Physical Science Study Committee*

RBEF – Revista Brasileira de Ensino de Física

REA – Recursos Educacionais Abertos

SDG - *Sustainable Development Goal*

TDIC – Tecnologia Digital de Informação e Comunicação

TIC – Tecnologia de Informação e Comunicação

TVET - *Technical Vocational Education and Training*

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO NO CONTEXTO ATUAL	17
3.	TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....	55
3.1	A relevância do uso das TIC no ensino: uma análise global.....	57
3.2	A relevância do uso das TIC no ensino: uma análise nacional.....	72
4.	A EVOLUÇÃO DA VIDEOANÁLISE NO ENSINO DE FÍSICA	81
5.	A EXPERIMENTAÇÃO, LABORATÓRIO E VIDEOANÁLISE	122
5.1	O espaço da videoanálise na academia.	131
6.	OBJETIVOS E PERGUNTA DE PESQUISA	140
7.	METODOLOGIA	142
8.	PRODUTO EDUCACIONAL – UM LIVRO DE VIDEOANÁLISE	158
9.	APLICAÇÃO DO PROCESSO DE VIDEOANÁLISE.....	175
10.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	184
11.	CONCLUSÃO	238
12.	REFERÊNCIAS.....	241

1. INTRODUÇÃO

Adentramos a segunda década do século XXI. Ao olharmos para o passado percebemos que nos últimos anos a evolução dos dispositivos eletrônicos, bem como dos *softwares*, ocorreu de forma significativa.

Paralelamente, o comportamento e as necessidades da sociedade global também passaram por transformações que influenciam de maneira substancial os ambientes educativos e todos os envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem.

As exigências mudaram, as obrigações aumentaram e hoje, para ser professor, não basta dominar com maestria a disciplina que ministra, mas conhecer - e aplicar - as potencialidades tecnológicas e conviver com as mudanças exigidas pela sociedade.

As relações entre professores e estudantes se modificaram e, de repente, nós não somos mais, apenas, o senhor vestido com roupa social, barba feita, polido, elegante, que ganha saborosas maçãs de seus estudantes e tem, no seu conhecimento, a segurança para transmitir aos estudantes o seu brilhantismo colossal.

Hoje somos parte de uma realidade transformada, que necessita de ligações mais íntimas com a sociedade. A sala de aula não é mais um ambiente descolado do cenário no qual está inserida, que releva as tendências sociais e não se rende às vontades daqueles presentes em seu contexto.

Hoje, a tendência é trazer para a sala de aula aquilo que a sociedade admira, fazendo do ensino uma prática orgânica em que tudo que aprendemos é contextualizado e faz sentido.

Ao menos, essa é a ideia. Preparar o estudante para um futuro repleto de oportunidades e que permita a ele desenvolver, ao longo da educação básica, um conjunto de competências e habilidades que influenciarão nas opções e escolhas futuras.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). (BRASIL, 2016, p. 7)

Entretanto, o que se observa nas escolas é uma resistência em mudar. Não por parte de professores, nem de estudantes, mas do sistema. Dispositivos legais que proíbem, limitam e condicionam o uso de instrumentos tecnológicos ainda vigoram.

Obviamente as mídias sociais e os celulares podem influenciar negativamente no processo de aprendizagem de um estudante, quando utilizado sem limites ou orientações. Mesmo assim, é fundamental que criemos a consciência de que a tecnologia não pode ser negligenciada, marginalizada ou atacada pelas instituições de ensino.

Figura 1 – Imagem de “Um experimento com um pássaro na bomba de ar”.



Fonte: Joseph Wright, National Gallery, Londres (1768).

O quadro de Joseph Wright (Figura 1), “Um experimento com um pássaro na bomba de ar” (1768), pode ser usado para ilustrar o sentimento presente nas escolas quando utilizamos conceitos/instrumentos tecnológicos, incomuns à prática docente.

A obra de Wright dialoga intensamente com o espectador. Primeiramente, há um lugar não preenchido na mesa, na exata posição ocupada por quem olha o quadro. De modo emblemático, o posto vazio situa-se entre o filósofo de postura moderna, que porta o relógio, e o filósofo antigo, em atitude de oração. Em segundo lugar, o experimentador olha para o público e, com sua mão direita, parece convidá-lo a tomar a decisão quanto ao destino do pássaro. (GORRI; SANTIN FILHO, 2009, p. 168)

Interessante notar a presença dos dois arquétipos de filósofos na citação anterior e como esse aspecto ainda permeia os ambientes atuais. Por vezes o “filósofo

antigo” (representado por educadores tradicionalistas) teme as propostas daqueles que buscam inovar e trazer para a escola oportunidades de mudança.

Todos sentem, em algumas situações, desconforto por se enxergar como disruptivo, anarquista, fora da bolha. Porém, é necessário que se compreenda os efeitos da “bolha” e, para isso, foi realizada uma pesquisa extensa sobre a condição das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) ao redor do mundo.

É importante frisar que os termos Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) foram explorados e utilizados de acordo com os trabalhos analisados, sendo assim, há presença dos dois termos ao longo da tese.

Nota-se que existem contrastes enormes, com condutas totalmente diferentes, preocupações mais avançadas em certos lugares e mais elementares em outros. Enquanto países produzem estudos avançados que analisam, por exemplo, as particularidades do gênero nas TIC (THOMSON, 2015), outros ainda se preocupam com o recebimento de computadores e outros instrumentos básicos (UNESCO - CFIT, 2019).

Para compreender o momento e a inserção de tecnologia na educação, foi realizada uma pesquisa de documentos oficiais e de instituições independentes, de diversos países - em todos os continentes - para estabelecermos critérios de comparação. Em seguida, foi aplicado o mesmo procedimento para determinar a evolução na abordagem das TDIC no nosso país. Constatou-se que, durante muito tempo, o Brasil investiu em infraestrutura e formação básica, por meio de vários programas (EDUCOM, FORMAR, PRONINFE, PLANINFE, ProInfo) e, há alguns anos, busca-se incluir os aspectos tecnológicos de maneira natural, nas escolas.

Esses apontamentos, que mostram a falta de materiais, de formação continuada de professores, bem como realidades diferentes entre as escolas (CGI, 2018), faz com que a discussão chegue até os portões das escolas e nas condições de trabalho, além da visão que a sociedade tem da instituição “escola”.

Vivemos em uma época em que o ritmo de vida se encontra acelerado. Enquanto escrevia essa introdução, pessoas agonizavam nas filas de espera por leitos de UTI, acometidos pela COVID-19, vírus que se alastrou pelo mundo e, naquele momento, apresentava um crescimento exponencial.

E qual a relação dessa situação com a escola? Em abril de 2019, praticamente um ano antes da pandemia atingir o Brasil, o presidente da república assinou um projeto de lei para regulamentar o *homeschooling*.

A educação domiciliar é uma modalidade de ensino em que pais ou tutores responsáveis assumem o papel de professores dos filhos. Assim, o processo de aprendizagem dessas crianças é feito fora de uma escola. O projeto de lei assinado nesta quinta-feira altera a Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990, que dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. (MEC, 2019)

Esse trecho, retirado do próprio site do Ministério da Educação, era o reflexo das pressões que determinada parcela da população exercia para ensinarem os filhos em casa. A questão estava em um contexto de pressão nos ambientes educacionais que, para essas pessoas, estava dominada por “asseclas de ideologias demoníacas”, que tinham o único objetivo de “doutrinar” as jovens mentes para “interesses nefastos”.

Em notícia do site da rádio JovemPam, em novembro de 2020, lê-se a manchete: **Mães pressionam por volta às aulas em São Paulo e ameaçam recorrer à Justiça**. Ou seja, um ano e meio após a efervescência pelo direito de ensinar em casa, a sociedade voltou a pressionar as escolas com o intuito de garantir que as crianças sejam ensinadas por professores, em sala de aula.

As relações de poder (FOUCAULT, 1989; FREIRE, 1987) aliadas a liquidez das relações (BAUMAN, 2001) podem contribuir na compreensão de nossa atualidade, principalmente no que diz respeito às exigências que a sociedade faz para a escola. Mesmo que a volta às aulas oferecesse riscos para a saúde de estudantes e professores, seguimos como gado na fila de abate, com o apoio daquele “povo marcado e feliz” que “zela” pela educação de seus filhos.

Durante o período de pandemia, a tecnologia se apresentou como um diferencial na educação, na medida em que ofereceu possibilidades de mudança e aprimoramento nas relações de ensino e aprendizagem. Logo, a obrigatoriedade do ensino remoto trouxe para a sociedade alguns obstáculos educacionais que precisaram ser enfrentados com auxílio da tecnologia.

Assim, desenvolvemos um processo chamado videoanálise para proporcionar a realização de experimentos em ambientes que contem com acesso à *Internet* e computadores, através de um *software* livre chamado *Tracker*. O aprofundamento sobre a questão do processo de videoanálise será realizado nos capítulos seguintes.

O grupo *Tracker*Brasil trabalha há mais de 10 anos com atividades que se baseiam nessa técnica de análise de imagens, quadro a quadro. Com isso, qualquer interessado em estudar física pode ter acesso aos diversos equipamentos e, não só visualizar o desenvolvimento, como usar os materiais de acordo com suas necessidades.

É fundamental destacar que a existência deste trabalho se deve à evolução deste grupo de pesquisa que aprimorou a utilização da ferramenta *Tracker* e, paralelamente, desenvolveu materiais que proporcionaram o desenvolvimento da tese.

Portanto, o produto educacional ligado a esta tese é um livro em formato e-PUB, que contém 12 práticas principais – algumas com variações na aplicação - que visam contribuir para professores e estudantes, de maneira versátil na medida em que não há, apenas, um jeito correto de utilizá-lo, mas diversas maneiras que se adequam às ideias dos envolvidos. Além disso, há inserção de discussões sociais e históricas mais amplas, que fundamentam o trabalho empírico, ao longo da tese.

Para validar o livro foi utilizada a Matriz Dialógica Problematizadora (KEMMIS e MCTAGGART, 1988, p. 123). Este instrumento deriva da área de psicologia e fomenta a reflexão e o trabalho colaborativo, que sempre estiveram presentes no grupo de pesquisa, desde os primeiros trabalhos e as primeiras equipes.

Compreender o aprimoramento nas habilidades dos estudantes, nos mais diversos aspectos (comunicação, uso de tecnologia, análise de gráficos e imagens) permitiu confeccionar um livro que forneça suporte às diversas necessidades do ensino de física, atendendo o objetivo principal da tese: *Construir um livro que insira a videoanálise em experimentos de física, possibilitando que as mais diversas ideias sejam válidas, desde uma simples reprodução, até uma abordagem personalizada.* Obviamente, existem diversos objetivos secundários que se encontram destacados no capítulo 6.

Com isso, relacionou-se diversos agentes importantes aos processos de ensino (professores, estudantes, ensino de videoanálise e contexto), proporcionando a observação dos impactos do uso de videoanálise no ensino de física, quando comparamos atividades realizadas com essa técnica com aquelas tradicionais, dos laboratórios de física experimental.

Foram registradas diversas situações que justificam o produto educacional, com diversos focos: auxiliar professores, proporcionar atividades diferenciadas para

estudantes, garantia de acesso às diferentes instituições de ensino, potencialização em habilidades e competências sociais, trabalho em equipe, dentre outras. O trabalho foi dividido em 12 capítulos (sendo a introdução o primeiro) que buscam esmiuçar as particularidades de cada etapa da pesquisa.

Os impactos sociais e as peculiaridades de um momento histórico, marcado pelas pós-verdades, mídias sociais e desvalorização da escola, bem como a inserção gradual das tecnologias, impactos em sala de aula e a crescente discussão ao redor do tema, são destacados no capítulo 2.

O capítulo 3 traz para a discussão a questão da tecnologia aplicada ao ensino, bem como é vista nos contextos global e nacional. Analisa a produção de artigos científicos, relacionados com a videoanálise, em diversos periódicos. Assim, é possível separar os trabalhos de acordo com os objetivos, temas de discussão, entre periódicos nacionais e internacionais.

No quarto capítulo, é apresentada a utilização da videoanálise e suas publicações nos últimos anos, destacando as funções dos artigos bem como o contexto das publicações nacionais e internacionais.

Os impactos e relações entre as práticas de laboratório são abordadas no capítulo 5, fazendo uso dos conceitos de Laboratório de Demonstração, Tradicional e Divergente, relacionando-os com as potencialidades do processo de videoanálise mediados pelo *Tracker*.

Objetivos do trabalho e a pergunta de pesquisa são apresentadas no capítulo 6, após a apresentação das motivações nos capítulos anteriores.

No capítulo 7, a Investigação Ação (IA) é apresentada como a metodologia visto que proporciona reflexão em torno da prática. O uso da Matriz Dialógica Problematizadora como parâmetro, permitiu a maturação do projeto de uma maneira ímpar, que resultou nas discussões posteriores do próprio capítulo.

O capítulo 8 focou no produto educacional, representado pelo livro de videoanálise e seus desafios na concepção, bem como as estratégias adotadas para potencializá-lo como instrumento de ensino e aprendizagem.

O planejamento e aplicação do processo de videoanálise, mediado pelo produto da tese, é explicado no capítulo 9.

No décimo capítulo são apresentados os resultados e discussões referentes à aplicação em sala de aula. Os resultados obtidos pelos estudantes, bem como aspectos relevantes para a formação destes, são debatidos neste capítulo.

O capítulo 11 apresenta as conclusões do trabalho, destacando os impactos do processo de videoanálise no contexto do ensino regular. E, por fim, o 12º capítulo apresenta as referências utilizadas ao longo da tese.

Para a escrita e organização do trabalho optou-se por adaptar a escrita tradicional de documentos acadêmicos, trazendo alguns aspectos mais próximos ao cotidiano de professores e estudantes como analogias e exemplos práticos, geralmente destacados com aspas (“ ”). Com isso, o uso deste documento é otimizado e se apresenta como instrumento mediador entre a academia e o ensino básico.

Sendo assim, a leitura do trabalho não deve ser fragmentada e alguns referenciais foram utilizados para apresentar visões diferentes da situação do ensino e da escola.

2. TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO NO CONTEXTO ATUAL

Privilégio. Ao longo da história, a educação foi tratada como tal em diversas situações, sempre aos serviços das classes mais abastadas ou destacadas politicamente. Desde os primeiros relatos documentados de educação, de maneira mais consistente, percebemos a tendência de adaptação de práticas educacionais às exigências e necessidades das castas mais altas das sociedades antigas.

Seguindo uma visão ocidentalizada, o Egito é considerado berço da história da educação (MANACORDA, 2006), servindo como apoio para os modelos posteriores como o greco-romano e a educação cristã na idade média. Obviamente, não existiam instituições criadas para ensinar e nem metodologias bem definidas para os processos de ensino e aprendizagem, durante boa parte da antiguidade o ensino e a aprendizagem eram passados de maneira prática, de mestre à pupilo. Porém a garantia de privilégios para determinadas castas sociais era presente desde a sociedade egípcia.

Temos, porém, provas do processo de inculturação reservado às classes dominantes: isto é, a escola de formação para a vida política, ou melhor, para o exercício do poder (...) eles contêm preceitos morais e comportamentais rigorosamente harmonizados com as estruturas e as conveniências sociais, ou mais diretamente, com o modo de viver próprio das castas dominantes. (MANACORDA, 2006, p. 10-11)

O processo de inculturação destacado no trecho é aquele que garante os ensinamentos passados por pessoas de dentro da sociedade egípcia, que detinham

domínio sobre alguma arte. Conforme as partes mais elevadas da pirâmide social necessitassem de determinado conhecimento, este seria apresentado por alguém que dominasse tal conceito.

As mudanças que ocorreram ao longo do tempo, deixavam expostas as necessidades sociais e nelas baseavam-se para definir a diferença na educação de dominantes e dominados. Em períodos históricos diferentes, as mudanças sobre o que era ensinado e por quem, foram frequentemente aceitas pelas comunidades que permitiam (e incentivavam) a diferença de abordagem, em virtude das posições de poder.

Ocorreu então uma disseminação de conhecimentos, visto que as classes dominantes apesar de possuírem mais acesso à informação, não o proibiam aos demais. A dominação se mostrou no controle. Essa transmissão de conhecimento e aprimoramento de habilidades respinga nas outras classes que, as utilizam na busca por inserção social e o acesso se torna relevante em determinado contexto. Um ferreiro, por exemplo, não teria acesso à educação dos nobres. Mesmo assim, teria acesso a certos conhecimentos em virtude da sua profissão (conhecimento sobre algumas propriedades do metal, leitura e matemática básica para lidar com o público, por exemplo).

Na Grécia encontraremos, embora com características diferentes, aspectos da educação do antigo Egito, que nos foram transmitidos e interpretados por autores gregos como: Heródoto, Platão, Diodoro de Sicília. Encontraremos, antes de tudo, a separação dos processos educativos segundo as classes sociais, porém menos rígida e com um evidente desenvolvimento para formas de democracia educativa. Para as classes governantes uma escola, isto é, um processo de educação separado, visando preparar para as tarefas do poder, que são o pensar" ou o "falar" (isto é, a política) e o "fazer" a esta inerente (isto é, as armas); para os produtores governados nenhuma escola inicialmente, mas só um treinamento no trabalho, cujas modalidades, que foram mostradas por Platão, são destinadas a permanecer imutáveis durante milênios: observar e imitar a atividade dos adultos no trabalho, vivendo com eles. Para as classes excluídas e oprimidas, sem arte nem parte, nenhuma escola e nenhum treinamento, mas, em modo e em graus diferentes, a mesma aculturação que descende do alto para as classes subalternas. A respeito, convém lembrar que a distinção de dominantes e dominados, passada em seguida para a nossa cultura, tem sua origem na escola pitagórica. Arquitas de Taranto escreve: "Toda sociedade é formada de dominante e dominado: por isto, como terceiro elemento intervém a lei". (MANACORDA, 2006, p. 41)

No curso da história, os gregos desafiaram o sistema que previa ensino para as classes dominantes. A capacidade cognitiva não estava atrelada ao lugar na

hierarquia social, mas à necessidade de inserir aquela pessoa nas atribuições exigidas. Embora essa visão incomodasse os privilegiados, a própria estrutura deu conta de renovar essas vantagens para os, historicamente, favorecidos (MASSCHELEIN; SIMONS, 2014).

Surge, então, uma instituição que promove, de maneira superficial e precária uma situação de igualdade aparente. Nesse ponto, começam as contestações.

Precisamente por causa da democratização e equalização, a elite privilegiada tratava a escola com grande desprezo e hostilidade. Para a elite, ou para aqueles que estavam satisfeitos em permitir que a organização desigual da sociedade continuasse sob os auspícios da ordem natural das coisas, essa democratização do tempo livre era uma pedra no sapato. Assim, não só as raízes da escola repousam na antiguidade grega, mas também o mesmo acontece com uma espécie de ódio dirigido à escola. (MASSCHELEIN; SIMONS, 2014, p. 13)

Para a cultura ocidental, os gregos destacaram-se na construção do conhecimento com enorme representatividade: Aristóteles e a explicação do movimento, Demócrito e sua parcela indivisível de matéria (átomo), Pitágoras e suas relações trigonométricas, Heródoto e suas histórias, Hipócrates e a medicina.

De fato, a educação recebeu uma grande herança dos gregos e, sobre isso, Manacorda (2006, p. 41) afirma: “A respeito, convém lembrar que a distinção de dominantes e dominados, passada em seguida para nossa cultura, tem sua origem na escola pitagórica”. Vale ressaltar que a escola era instrumento de liberdade e, aqueles que nela estavam, aprenderiam a se portar na sociedade, podendo transpassar as barreiras sociais.

Educar, portanto, é proceder o desenvolvimento humano, humanizar, criar e formar para a cidadania, a politeia, a educação para viver bem na polis. Trata-se de ser sujeito e buscar superar o assujeitamento alienado que a sociedade de classes produz. (BORTOLINI; NUNES, 2018, p. 25-26)

Com os espaços bem definidos e as maneiras de preparação de uma pessoa para as diversas atividades, relacionadas às próprias necessidades, o próximo avanço histórico de destaque é a responsabilização do governo pela educação. Os romanos notam essa urgência social e promovem uma mudança estrutural considerável, primeiro contribuindo monetariamente com os mestres e, em seguida, construindo espaços para atuação destes profissionais.

Isso significa que a escola de gramática e de retórica era, afinal, a escola das classes privilegiadas (...) Exatamente por causa desta sua característica de ser uma escola das classes dominantes, ela tornou-se de interesse público e conseguiu o apoio direto do poder político, que primeiramente faz concessões particulares, em seguida provê os salários dos mestres e, enfim, assume também a fundação de escolas. (MANACORDA, 2006, p. 97)

Pode-se ficar sujeito a interpretar essas ações como incentivo a profissão e ao conhecimento disponível para o povo. Porém, isso nada mais é do que uma forma de dominação, a qual permite a diferenciação do que ensinar e para quem. Os profissionais da educação, embora remunerados, permanecem como personagens de nível social insignificante, mantendo estigmas de uma profissão que surge para servir.

Situar o drama vivido por profissionais da educação, em diferentes períodos históricos e com funções variadas, passa por compreender em que período a educação torna-se arma de dominação e representação do poder que marginaliza, seja com práticas restritas ou apresentadas para uma pequena parcela da população.

Neste contexto nota-se que desde os primórdios, os “ricos” sobrepõem-se aos “pobres”, acessando diversos instrumentos que os elevam, cada vez mais, a um posto hierárquico de destaque.

Essa categorização de superioridade não é restrita, apenas, a abastados e desassistidos. Também há o componente étnico e racial que teve, durante muito tempo, validação por parte dos antropólogos (RIBEIRO, 1986, p. 2).

Diversas regiões do globo ainda se deparam com necessidades básicas não atendidas. Essas situações são reflexos de diversas mazelas sociais como confrontos, embargos econômicos, falta de professores, formação inadequada, ausência de tecnologias, dificuldades no acesso à *Internet* e materiais de qualidade duvidosa.

Diversas perguntas podem estar surgindo: a quem interessa essa discrepância educacional? Por que escolas que se encontram no mesmo país tem resultados tão diferentes? A checagem dos fatos e relatos dos povos antigos, que sustentam nossa cultura, permite-nos ressaltar que essas condições desiguais não são inéditas. São tradicionais. É notório que no mundo, antigo e atual, as condições são diferentes para dominantes e dominados.

O termo dominante pode estar relacionado a diversos instrumentos de poder: dinheiro, posição social, domínio de alguma técnica, conhecimento. O poder,

geralmente é apresentado em filmes, séries e livros como o antagonista principal de uma sociedade, aquele que corrompe.

Porém, segundo Foucault (1989, p. 133), “O poder, longe de impedir o saber, o produz.”. O poder não é um totem maléfico que, por si só, rompe com o progresso se aliando a interesses de uma parcela da sociedade. Ele contribui com o saber que é construído e seccionado para facilitar a compreensão de realidade (DESCARTES, 2001), e se desenvolve através da interação entre aqueles que detém o poder em alguma esfera e aqueles que não o dominam.

Nesse sentido, somos capazes de afirmar que o poder não se reduz exclusivamente à repressão, podendo estar inserido em meios diversificados como a escola: a própria disposição das mesas, a posição de destaque do professor e regras a serem cumpridas. Como discutido anteriormente, a escola, bem como suas estruturas anteriores ao conceito, apresenta-se como um ambiente suscetível às vontades das classes dominantes. Não só isso, mas contribuí na perpetuação das diferenças sociais.

Paradoxalmente o papel de um professor, nesse ambiente, deve ser o de apropriar-se das ferramentas políticas e sociais para realizar a mudança e promover a ruptura na ordem vigente (FREIRE, 1987). Alinhado ao pensamento de Freire, Foucault não visa uma subversão utópica, mas a utilização das questões políticas e sociais.

Não se trata de libertar a verdade de todo sistema de poder – o que seria quimérico na medida em que a própria verdade é poder – mas de desvincular o poder da verdade das formas de hegemonia (sociais, econômicas, culturais) no interior das quais ela funciona no momento. Em suma, a questão política não é o erro, a ilusão, a consciência alienada ou a ideologia: é a própria verdade. (FOUCAULT, 1989, p. 17)

Estabelecer a diferença entre a “face heroica” da libertação, com a busca pela equidade no ensino e na aprendizagem é fundamental para apropriar-se intelectualmente das condições de poder, rompendo os capilares de influência que alimentam as microssituações.

Em Adorno e Horkheimer (1947), os objetivos do ensino são analisados de forma direta. Versam sobre quais lacunas da formação humana ele deve preencher, realizando as vontades daqueles que têm o interesse de realizar certas tarefas ou

funções. Não existe satisfação, logo não há necessidade de curiosidade e amor ao que se faz. O conhecimento se limita, em diversas frentes, ao uso da técnica, pura e simples.

Portanto a reflexão, tão estimada nas escolas gregas, não é interessante para a escola tecnicista que visa formar para contribuir com a sociedade acima de tudo, mantendo a ordem estabelecida que segue de acordo com a vontade do poder vigente.

O mito converte-se em esclarecimento, e a natureza em mera objetividade. O preço que os homens pagam pelo aumento de seu poder é a alienação daquilo sobre o que exercem o poder. O esclarecimento comporta-se com as coisas como o ditador se comporta com os homens. (ADORNO; HORCKEIMER, 1947, p. 7)

A “Escola de Frankfurt” também passa a discutir a indústria cultural, como sendo o agente responsável pela massificação do conhecimento, prioritariamente, voltado para o cenário artístico e publicitário nos contextos da Alemanha nazista e do pós-guerra (MOGENDORFF, 2012, p. 154-155). Assim, a escola tornou-se um elemento fundamental de dominação, permitindo que os estudantes recebessem formação específica e livre de qualquer reflexão, garantindo o controle cultural sobre a população.

De certa maneira, se observarmos a situação global, para que se mantenha a dominação instituída por aqueles que comandam a sociedade, o “refletir” sobre as ações é danoso para que o poder se restrinja às mãos deles, essas questões são discutidas de maneira aprofundada por alguns autores que foram citados ao longo dessa tese.

Nota-se que a dominação instaurada por aqueles que detém o poder, se utilizou de diversos dispositivos para obter sucesso e, guardadas as devidas proporções, nós ainda estamos inseridos em uma realidade derivada desses períodos históricos.

A partir dessas experiências de ensino, vi como a escolaridade pode servir como um dispositivo ideológico para desviar a compreensão da origem dos problemas sociais, particularmente os problemas profissionais e de renda. Também aprendi que, por mais satisfatório que o ensino em sala de aula possa ser para um professor, as “escolas”, como instituições, podem ser usadas para criar mal-entendidos e respostas deficientes para os problemas gerados por um sistema econômico injusto. (COLES, 2018, p. 9)

Posteriormente, nessa tese, os conceitos de pós-modernidade e seus reflexos, principalmente no ensino posterior à 2ª guerra mundial serão abordados de maneira a reforçar a necessidade de produções que interfiram de maneira consistente na construção de reflexões científicas em sala de aula.

Para isso, fornecer materiais, práticas e, mais do que isso, permitir que cada um os utilize de maneira independente é fomentar resistência ao *status quo* presente nas instituições de ensino (aquelas que exigem o preenchimento de relatórios, participação em reuniões com “*coachs*” recém-formados, assistir palestras que não conversam com o contexto do professor - e muitas vezes da escola - em semanas pedagógicas intermináveis). A quem interessa as atividades para preencher tempo?

Essa opção pelo controle do tempo docente, do que deve assistir, qual palestra irá interessar, o que poderá fomentar nele a vontade de pesquisar e de inovar é a mais clara manifestação do dominante, ou opressor: “essa palestra será muito boa para sua prática”. Será que a prática e as necessidades de formação dos professores são evidentes e, mais que isso, tão parecidas umas com as outras?

Esse tipo de ação não tem, na maioria das vezes, o objetivo claro de dominar, mas inevitavelmente, se mostra como instrumento do poder intrínseco e define a atuação docente. As palestras inseridas, sem contextualização e relevância para a prática docente, nos eventos escolares, possui um viés alienatório e de baixa reflexão. Devido ao grande poder de propagação da informação, no contexto atual, pode-se ficar disposto a observar que esses eventos inserem aspectos relacionados à indústria cultural no universo escolar, que carrega o interesse por dominar sem ser notado (ADORNO e HORCKEIMER, 1947).

Essas situações são tradicionais na escola, e este tipo de proposta opressora é replicada através das mesmas orientações e palestras, sem evolução perceptível. São “presentes” anuais que as escolas dão aos professores em reuniões que, considerando o ideal de uma educação democrática, deveriam fomentar o debate e troca de ideias que potencializassem as práticas educacionais.

Esta violência, como um processo, passa de geração a geração de opressores, que se vão fazendo legatários dela e formando-se no seu clima geral. Este clima cria nos opressores uma consciência fortemente possessiva. Possessiva do mundo e dos homens. Fora da posse direta,

concreta, material, do mundo e dos homens, os opressores não se podem entender a si mesmos. (FREIRE, 1987, p. 29)

A apropriação de termos científicos evoca poder, ascendendo tal profissional “palestrante” ao status de “messias educacional”, enquanto os professores (estes sim com o conhecimento de causa) sofrem com condições de trabalho, de material e de formação continuada, salários inadequados e insuficientes.

A apropriação do poder para promover mudança é uma arte sutil que deve ser conduzida de maneira a cessar a tradição de favorecimento social.

Neste sentido, a reprodução é um modo de perpetuação das próprias relações de produção. Todo e qualquer arbitrário cultural ou ideologia ou que queira se manter em sua posição de dominância, deve produzir ao mesmo tempo em que reproduz (bens e sujeitos) com o intuito de reforçar sua ideologia, seus efeitos de verdade e relações desejáveis visando um *continuum* ideológico. (FERRARO, 2014, p. 7)

Obviamente que o contexto pedagógico e educacional tem particularidades que não se relacionam diretamente com outros cenários sociais. Mas a procura por estratégias e desenvolvimento de materiais é uma prática que contribui na quebra da perpetuação de práticas que buscam a estagnação na produção do conhecimento. Assim, estudar, pesquisar, experimentar, são atitudes que possibilitam a interferência nas situações de poder.

É fato que esses questionamentos às estruturas de poder vigentes na sociedade foram, outrora, realizados por outros representantes “independentes” como: artistas, poetas e escritores. Durante muito tempo, o intelectual era representado pela figura do escritor que dominava ferramentas (leitura e escrita) não condizentes com as que o povo tinha. Porém, a partir do momento em que assuntos diversificados ganham profundidade e passam a contar com o acesso público, essa figura passa a ser personificada em outro profissional.

Do momento em que a politização se realiza a partir da atividade específica de cada um, o limiar da *escritura* como marca sacralisante do intelectual desaparece, e então podem se produzir ligações transversais de saber para saber, de um ponto de politização para um outro. Assim, os magistrados e os psiquiatras, os médicos e os assistentes sociais, os trabalhadores de laboratório e os sociólogos podem, em seu próprio lugar e por meio de intercâmbios e de articulações, participar de uma politização global dos intelectuais. Este processo explica por que, se o escritor tende a desaparecer como figura de proa, o professor e a universidade aparecem, talvez não como elementos principais, mas como “permutadores”, pontos de cruzamento privilegiados. (FOUCAULT, 1989, p. 12)

Esse novo intelectual obtém licença para preencher as cátedras disponíveis em escolas e universidades tornando-se um agente relevante para o sistema, que o critica até os dias de hoje, e percebe neste a representação de poder voltada para estagnar avanços. Em outras palavras, o professor é visto como o adversário das situações de poder e exploração. Ao mesmo tempo que é necessário para o avanço do sistema capitalista, não é desejável que passe de certos limites impostos, como promover uma contestação social.

Novamente, a reflexão que agride e se opõe as estruturas de poder instituídas historicamente e aceitas socialmente, não pode ser incentivada nos meios educacionais que são subalternos aos interesses capitalistas de dominação.

A partir do final do século XVIII, os professores passaram a frequentar cursos que apresentam as mesmas informações e nivelam a formação dos profissionais (FOUCALT, 1989).

O sistema de qualificação é uma prática existente até os dias de hoje, em todos os cursos de graduação. Os estudantes são apresentados às mesmas informações, estudam os mesmos livros, resolvem os mesmos exercícios e realizam as mesmas provas. Portanto, pressupõe-se uma “igualdade” neste processo.

No entanto, essa formação igualitária é, por si só, uma falácia, visto que os próprios cursos, embora tenham estruturas semelhantes, apresentam condições diferentes (basta pensarmos nas diferenças culturais entre as regiões do Brasil). Além disso, cada pessoa está inserida em um contexto diferente da outra e aprende/explica de maneira diferente. Mesmo assim, o ciclo de reprodução educacional se mantém reforçando as desigualdades.

Nota-se então uma dualidade no papel do professor, visto que as atitudes progressistas, nada mais fazem (em um contexto de “igualdade desigual”) que participar, ativa e passivamente, dessa organização de poder bem definida pelo sistema, ora mencionada: a escola.

Alguns críticos vão ainda mais longe: a capitulação da escola à corrupção não é acidental, e, como tal, a escola é uma invenção do poder até o último detalhe. A divisão dos alunos em classes, o sistema de exame e, especialmente, o currículo e os vários cursos de estudo e abordagens educacionais – tudo isso é um meio ou um instrumento para perpetuar o poder. (MASSCHELEIN; SIMONS, 2014, p. 6)

Até aqui, foi explorada a instituição escolar como fantoche de uma estruturação histórica que procura manter e, em alguns casos, aumentar o abismo entre dominantes e dominados. De fato, as escolas são ambientes que buscam apresentar-se como o reflexo da sociedade, na qual é necessário que cada um saiba o seu lugar e se identifique com ele. Com o passar dos anos não sabemos por que o professor é a figura de destaque e respeito, ou porque os estudantes seguem tal lógica. Isso já foi absorvido pela sociedade há muito tempo.

Percebe-se, então, uma necessidade inerente à “luta de classes”: a de que se ensine a mandar e a obedecer, a submeter-se diante do jogo pré-estabelecido em torno de uma dominação que não pretende usar a força da coerção, mas que domina pela palavra. (FERRARO, 2014, p. 11)

Atividades que fomentam a participação ativa e o desenvolvimento pessoal proporcionam o descolamento da orientação direta do professor, para o aluno, e do livro didático/apostila, para o professor. Trata-se, então, a independência e autonomia como as verdadeiras armas contra o sistema de reprodução e hierarquização social.

Logo a autoridade do professor não se faz necessária para o processo de ensino e aprendizagem. Segundo Freire (2018, p. 12) não há “docência sem discência”, portanto classificar a ação de um como motivo da atuação do outro não representa nada, se não, uma situação de demonstração do poder. Nessa escola, o objetivo não é promover a mediação do processo de aprendizado, mas ser uma amostra social das relações de poder, na qual, o professor é aquele que deve ser respeitado por ocupar um “papel” de destaque perante a turma.

Se qualquer intelectual, cientista ou professor, não utilizar situações de interesse do povo para desempenhar suas funções, se ficar marginalizado no seu mundo e reproduzindo o ensino bancário¹, outros agentes sociais, com trânsito entre

¹ A narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado. Mais ainda, a narração os transforma em “vasilhas”, em recipientes a serem “enchidos” pelo educador. Quanto mais vá “enchendo” os recipientes com seus “depósitos”, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixem docilmente “encher”, tanto melhores educandos serão. Desta maneira, a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante. Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. (Freire, p. 37, 1987)

a população (como religiosos, extremistas e apologistas da dominação capitalista) os influenciarão a seguir o caminho da ignorância científica (SANTOS, 2020. p 14).

A ação libertadora, pelo contrário, reconhecendo esta dependência dos oprimidos como ponto vulnerável, deve tentar, através da reflexão e da ação, transformá-la em independência. Esta, porém, não é doação que uma liderança, por mais bem intencionada que seja, lhes faça. Não podemos esquecer que a libertação dos oprimidos é libertação de homens e não de "coisas". Por isto, se não é autolibertação – ninguém se liberta sozinho, também não é libertação de uns, feita por outros. (FREIRE, 1987, p. 34)

A libertação da dominação do opressor, ou dominante, não é algo passível de ser ensinado e que possa ser feito por uma pessoa unicamente. Cabe ao professor consciente autorrefletir e pensar suas práticas, de maneira a permitir que outros façam as respectivas autoavaliações. Essa intervenção colabora com o questionamento ao poder, de maneira indireta, irradia para diversos envolvidos nos processos existentes em uma instituição de ensino.

Na perspectiva freiriana, essa prática bancária da educação, não só compromete a aprendizagem, como corrompe o verdadeiro papel da escola, não potencializando a construção de conhecimento conjunta, entre professores e estudantes. Resta aos envolvidos, alimentarem-se de migalhas intelectuais que sobram nesse processo deturpado de ensino que, na verdade, tem uma relação íntima com a disposição de poder, interessante para os dominadores.

A situação, descrita no parágrafo anterior, não deve abalar aqueles que buscam e voltam-se contra essas demarcações de poder. É fundamental que, mesmo com todas essas condições contrárias ao processo de ensino, possamos utilizar o próprio poder para combater a descrença científica e o obscurantismo intelectual.

É isto que nos leva, de um lado, à crítica e à recusa ao ensino "bancário", de outro, a compreender que, apesar dele, o educando a ele submetido não está fadado a fenecer; em que pese o ensino "bancário", que deforma a necessária criatividade do educando e do educador, o educando a ele sujeito pode, não por causa do conteúdo cujo "conhecimento" lhe foi transferido, mas por causa do processo mesmo de aprender, dar, como se diz na linguagem popular, a volta por cima e superar o autoritarismo e o erro epistemológico do "bancarismo". (FREIRE, 2018, p. 27)

Essas iniciativas que podam o potencial de desenvolvimento, muitas vezes, não são projetos que culminam com a dominação do poder (MASSCHELEIN; SIMONS, 2014). Mas são construções que mantêm o status quo. Sendo assim é importante salientar que não há uma organização por trás das escolas e professores

que visa manter um poder sobre todas as coisas. O próprio desenvolvimento da escola e suas nuances históricas reforçam os alicerces da desigualdade.

Sim, o sistema escolar funciona à serviço do Estado e, por conseguinte, à serviço de uma ideologia dominante. A escola é o lugar mais eficaz para inculcação de uma determinada ideologia por vários motivos. O primeiro deles foi exatamente o sistema escolar que tomou o lugar da igreja. Segundo Althusser, a dualidade família-igreja foi substituída por família-escola. (FERRARO, 2014, p. 15)

Mais uma vez percebemos: a perpetuação dos modos de dominação que se iniciam nos ambientes escolares está relacionado à formação do professor e os materiais que têm à disposição para garantir a “mesmice”. A escola, nessa visão, ocupa o vazio deixado por uma das instituições mais relevantes e com mais poder de dominação que existiu: a igreja.

O problema de analisar uma entidade tão presente, e ao mesmo tempo oculta, como o poder, é que ele permeia a sociedade como um todo, alcançando diversos públicos, cidades e comunidades. A escola de periferia, zona rural, ou mesmo as de região central das cidades, são orquestradas pela organização social de poder, servindo a interesses externos aos do ambiente escolar. Essa seria a primeira camada do poder, a ponta onde as pessoas têm o primeiro contato com a organização vigente. Para essa ordem se manter, é necessário atingir dominantes e dominados, sendo estes separados em instituições que permitam que o status social se mantenha.

Apesar de todo o exposto e a fim de fomentar ainda mais a discussão e, conseqüentemente, escancarar mais uma das características aparentemente positivas desta instituição e exacerbar o caráter dúbio que a escola e seus personagens representam, passamos a discutir a validade do ambiente escolar enquanto promotor de igualdade.

Na verdade, talvez não haja nenhuma invenção humana mais habilitada em criar a igualdade do que a escola. É exatamente no (re)conhecimento disso que o sonho da mobilidade social, do progresso social e da emancipação – que, em todas as culturas e contextos, tem sido radicado na escola desde a sua invenção – é nutrido. (MASSCHELEIN; SIMONS, 2014, p. 34)

A instituição de cursos que formam professores com as mesmas estratégias, é uma tentativa do sistema de promover a igualdade. Esses professores reproduzem, em suas práticas, o mesmo conteúdo em todas as instituições. Porém, olvida-se que a parametrização reforça desigualdades e que a busca real deveria ser por uma

educação equânime. Assim, a falsa impressão de que somos iguais abre espaço para concepções precipitadas de meritocracia, conceito amplamente discutido no contexto de polarização atual.

Na escola articulada em torno da lógica da reprodução capitalista, não há lugar para um acesso equitativo do saber. Há quem aprenda saberes básicos para a sua subsistência, há quem seja preparado para galgar altos postos em campos de conhecimentos específicos. (FERRARO, 2014, p. 17)

Até esse ponto, o caráter dual da escola, enquanto instrumento de poder, foi discutido com argumentos que validam os muitos lados dos espectros políticos e sociais. Como este trabalho é voltado para o desenvolvimento de materiais que impactem o ensino de ciências, é fundamental aprofundar a discussão envolvendo outra área em que o poder se manifesta: a própria ciência.

Segundo Santos (2010, p. 74), “É reconhecido que a excessiva parcelização e disciplinarização do saber científico faz do cientista um ignorante especializado e que isso acarreta efeitos negativos.”. Considerando a repetição no ciclo educacional, destacado anteriormente, essa constatação se torna clara.

A noção exposta de que os conhecimentos são separados e não se relacionam, constrói uma bagagem de vivência que não permitirá aos profissionais (professores incluídos) questionar os processos, métodos e motivações de uma sociedade exposta às vontades daqueles que dominam o poder. A capacidade de analisar é comprometida, criando-se, então, aquilo que o autor destaca como “ignorante especializado”.

A necessidade de oposição ao sistema, por vezes, pode causar um distanciamento do conhecimento e aproximação do senso comum. Essa armadilha também é uma construção daqueles que se sentem desassistidos pelo sistema e pelos “intelectuais”. Não percebendo que a existência de um (ignorância) incentiva a perpetuação do outro (instituições de poder).

O senso comum é prático e pragmático; reproduz-se colado às trajetórias e às experiências de vida de um dado grupo social e nessa correspondência se afirma fiável e securizante (...) por último, o senso comum é retórico e metafórico; não ensina, persuade. (SANTOS, 2010, p. 89)

Esta citação contribui para a discussão que envolve a pós-modernidade e a insatisfação popular com aquilo que “o sistema” oferece, logo, nessa linha de

pensamento, o combate às ideias pré-estabelecidas torna-se comum. A desestruturação daquilo que estava previamente estabelecido, por vezes, potencializa a influência de certa área no que diz respeito aos aspectos de poder.

Durante a modernidade, a ciência foi vista e exercida como análise da natureza, separada de situações sociais que pudessem a influenciar, restando a observação de fenômenos isolados e de maneira objetiva (LIMA *et al*, 2019, p. 161).

Santos (2020, p. 8) compara as situações de pandemia em países democráticos e não democráticos, enaltecendo o controle observado no segundo grupo. Além disso, disserta sobre a inversão de papéis que a situação da COVID-19 tem apresentado. Teoricamente, países que não vivem em regimes de autoritarismo estatal, deveriam apresentar resultados mais eficazes, visto que oferecem um espaço maior para trânsito de informações. Porém, esse trânsito foi contaminado por informações falsas, que possuem o mesmo alcance das verdadeiras, mas com um público-alvo virtualmente maior.

Assim, a incerteza gerada pelo elevado número de versões de um mesmo fato (representado, por exemplo, pelas *Fake News*), coloca a escola como instrumento ou ponte de conhecimento científico, devendo esta, simplesmente transferir tal conhecimento. Desconsidera, portanto, que o relacionamento entre as pessoas que frequentam ambientes educacionais vai além no profissional, sentimentos interferem de maneira significativa nessas inúmeras relações de poder, que, de certa maneira, são fortalecidas por narrativas pós-modernas, que creem na rebeldia estúpida e irracional, voltando-se contra as particularidades do conhecimento científico.

Cabe a constatação de que a crítica se volta, nesse momento, aos questionamentos como instrumento de perseguição e provocação. A decadência de predefinições instituídas na modernidade pode (e deve) ser observada. Porém, os “intelectuais pós-modernos”, tão fervorosos por possuírem acesso a informações em tempo real, não percebem que o que fazem é uma via de mão dupla: ao mesmo tempo em que avaliam algumas determinações sociais, confundem e contribuem para uma desestruturação de instituições que prezam pelo conhecimento científico. Isso, em parte, é culpa da própria estruturação da ciência e de como ela foi concebida e tratada, desde o renascimento.

A valorização do “fazer ciência” e a visão de ciência como neutra, permite que aplicações científicas (como em guerras) funcionem como meios de contestação à própria ciência. É nítido que aconteceu, uma “perda de confiança epistemológica” (SANTOS, 2010, p. 17).

A ciência possui um caráter neutro que pode ser utilizada para ações positivas ou negativas. Ao longo do tempo, com a evolução tecnológica e aprimoramento das técnicas a inserção dessas descobertas em situações que provocam a instabilidade social e aproximam a população global de uma do caos ecológico (SANTOS, 2010), provocam nas pessoas a reação de contestação à ciência.

Essa confusão de estado da concepção social sobre as estruturas de poder e suas diversas ramificações foi abordada por Zygmunt Bauman em seu livro “Modernidade e holocausto”, que apresenta o holocausto como motivação de controvérsia científica. O uso da ciência, em benefício do nazismo, permitiu que o senso comum preenchesse um espaço de informação, visto que o caráter benéfico da ciência passou a ser questionado.

A consciência da ameaça constante contida no desequilíbrio caracteristicamente moderno de poder tornaria a vida insuportável, se não fosse pela nossa confiança nas salvaguardas que acreditamos terem se tornado o próprio tecido da sociedade civilizada, moderna. A maior parte do tempo não temos razão para pensar que a confiança está mal depositada. (...) Talvez o fracasso mais espetacular tenha sido o da ciência — como corpo de ideias e como rede de instituições de estudo e ensino. Veio à luz o potencial mortífero dos princípios e conquistas mais reverenciados da ciência moderna. A emancipação da razão face às emoções, da racionalidade ante as pressões normativas, da eficiência em relação à ética era o lema da ciência desde os primórdios. Uma vez concretizado, porém, esse lema fez da ciência e das formidáveis aplicações que ela gerava dóceis instrumentos nas mãos de um poder inescrupuloso. (BAUMAN, 1998, p. 133)

Posteriormente, no começo dos anos 2000, Bauman revê o seu conceito de pós-modernidade definindo-o, na verdade, como uma “modernidade líquida” que discute a fluidez nas relações humanas e seu impacto nas sociedades atuais. Esse conceito será abordado na sequência da tese, mas cabe registrar que a “fluidez” descrita na obra também pode ser observada na aparente valorização dos professores que, ora são reconhecidos como agentes transformadores da sociedade e, às vezes, vistos como manipuladores infiltrados que possuem o único objetivo de doutrinar os jovens estudantes afoitos pelo aprendizado.

Nessa linha de raciocínio, professores e universidades que sofrem ataques diários também fazem parte da explicação de um modelo de poder instituído na escola desde sua concepção. A partir do momento em que se forma para questionar, o *status quo* sente-se ameaçado delegando, de maneira covarde, culpa de “resultados educacionais deficitários” aos professores, instituições e referências mundiais.

O educador democrático não pode negar-se o dever de, na sua prática docente, reforçar a capacidade crítica do educando, sua curiosidade, sua insubmissão. Uma de suas tarefas primordiais é trabalhar com os educandos a rigorosidade metódica com que devem se “aproximar” dos objetos cognoscíveis. E esta rigorosidade metódica não tem nada que ver com o discurso “bancário” meramente transferidor do perfil do objeto ou do conteúdo. (FREIRE, 2018, p. 28)

O termo insubmissão é tido como subversivo em contextos diversos e traz desconforto para qualquer hierarquia. No entanto, Freire utiliza essa palavra para dar cor ao que realmente um professor deve proporcionar ao seu estudante: a inquietação, a qual, claramente, não contribui para a manutenção das situações vigentes.

Na ótica do dominante, a escola sempre representou uma ameaça que deve ser controlada. Quanto maior foi a inércia que obrigue as pessoas e instituições se manterem em uma dinâmica de simples alimentação do sistema, melhor. Essa complexa situação se insere em um contexto de grande quantidade de informação que confunde e desafia a escola diariamente.

Com efeito, pelas lentes do poder moderno, a “humanidade” parece tão onipotente e seus membros individuais tão “incompletos”, ineptos, submissos e tão necessitados de melhoria, que tratar as pessoas como plantas a serem podadas (ou arrancadas se necessário) ou gado a ser engordado não parece uma fantasia, nem moralmente odioso. (BAUMAN, 1998, p. 141)

Essa visão dicotômica, pós-modernista, sobre a sala de aula, com suas peculiaridades e impactos sociais faz, de fato, parte de um fenômeno muito mais amplo de desconstrução das ideias vigentes. A ciência moderna, com sua hierarquização bem definida sofreu abalos significativos em virtude de sua aplicação em situações sociais complexas (BAUMAN, 1998). Ao mesmo tempo, a própria variação nas “formas” de compreensão do mundo também afeta o desenvolvimento intelectual que passa a ter que se adaptar para manter a relevância dentro de conceitos sociais em constante transformação, o que acaba afetando de maneira significativa a formação elementar oferecida nas escolas (BAUMAN, 2001).

Nessa linha de pensamento, evidente que a aplicação da ciência pura no desenvolvimento tecnológico acaba por desnudar os impactos negativos de seu avanço, principalmente no que diz respeito aos conflitos, questões ambientais e alargamento da desigualdade social. A dissociação das aplicações científicas inseridas na sociedade, também colabora com o enfraquecimento do pensamento científico (LIMA, 2019, p. 176).

No século XX, a construção científica foi questionada e percebida, acima de tudo como fonte de poder. A conclusão óbvia é de que o investimento significativo em ciência, bem como a formação de cientista, alçava os países a postos de potência econômica. Essa dominação não poderia ser criada com, apenas, importação de cientistas.

A transição entre a ciência e a aplicação do conhecimento no desenvolvimento industrial e tecnológico traz um novo personagem na questão de dominação.

Talvez o físico atômico – digamos em uma palavra, ou melhor, com um nome: Oppenheimer – tenha sido quem fez a articulação entre intelectual universal e intelectual específico. E porque tinha uma relação direta e localizada com a instituição e o saber científico que o físico atômico intervinha; mas já que a ameaça atômica concernia todo o gênero humano e o destino do mundo, seu discurso podia ser ao mesmo tempo o discurso do universal. Sob a proteção deste protesto que dizia respeito a todos, o cientista atômico desenvolveu uma posição específica na ordem do saber. (FOUCAULT, 1989, p. 13)

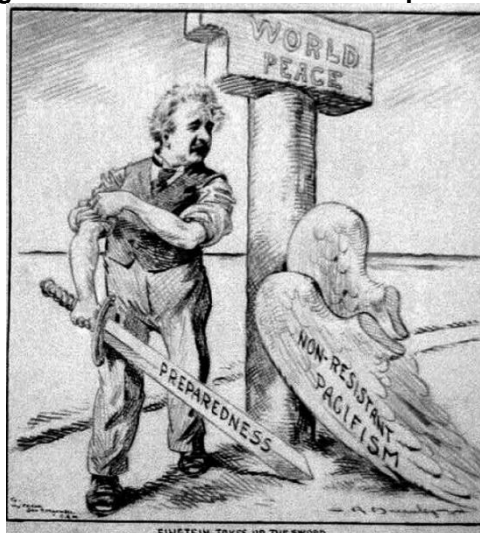
Com a dominação parcial da tecnologia nuclear, os EUA ascenderam como país protagonista no cenário mundial. As bombas de Hiroshima e Nagasaki foram, acima de tudo, demonstrações do poder bélico americano e apresentavam-se como armas supremas no jogo de poder derivado da 2ª guerra mundial. É bem verdade que, na maior parte das vezes, a ciência aplicada no holocausto é apontada como exemplo de uso indevido. Porém, o desenvolvimento de armamento nuclear, que ceifou diversas vidas, também pode apresentar considerações válidas sobre o impacto da ciência, quando utilizada de forma descabida. Há essa diferenciação porque a história é contada pelos vencedores.

Inclusive, o projeto Manhattan e, conseqüentemente, o desenvolvimento da bomba nuclear foi alvo de uma análise comum à pós-modernidade: história retirada de contexto (pós-verdade). Albert Einstein foi apontado como o principal influenciador da tecnologia nuclear aplicada em armamento (vide Figura 2). De fato, ele previu a

construção da bomba e até endereçou uma carta ao presidente Roosevelt, mas não participou do projeto Manhattan diretamente. Segundo Einstein (2015, p. 45), “Minha responsabilidade na questão da bomba atômica se limita a uma única intervenção: escrevi uma carta ao presidente Roosevelt.”.

Essa impressão de que ele interferiu de maneira direta, ainda permeia o imaginário popular, basta que se procure na *Internet* os termos “Einstein e bomba atômica” ou “Einstein e Hiroshima”. Se fizer a busca, irá encontrar resultados que trazem os seguintes títulos: “Equação de Einstein deu origem à bomba”, “Fórmula de Einstein permitiu a criação de bomba”.

Figura 2 – Einstein “deixa” de ser pacifista.



Fonte: Raymond (1933)

Esse é mais um exemplo em que a ciência produziu determinado conhecimento e este foi utilizado para aplicações bélicas. A equação da equivalência massa-energia, de formulação tão famosa ($E = mc^2$), faz parte do funcionamento das bombas nucleares, na medida em que, após a reação em cadeia, a fissão nuclear libera energia descrita pela equação.

Porém, abordar tal assunto como se fosse resultado de ações diretas de Einstein dialoga bem com a verdade pós-moderna, na qual as situações podem ser distorcidas de acordo com as respostas que alguns gostariam de encontrar.

Einstein era um pacifista fervoroso que não apoiava nenhuma medida bélica, além de enxergar no exército uma das piores instituições que humanidade criou.

A pior das instituições gregárias se intitula exército. Eu o odeio. Se um homem puder sentir qualquer prazer em desfilar aos sons de música, eu desprezo este homem... Não merece um cérebro humano, já que a medula espinhal o satisfaz. Deveríamos fazer desaparecer o mais depressa possível este câncer da civilização. Detesto com todas as forças o heroísmo obrigatório, a violência gratuita e o nacionalismo débil. A guerra é a coisa mais desprezível que existe. Preferiria deixar-me assassinar a participar desta ignomínia. No entanto, creio profundamente na humanidade. Sei que este câncer de há muito deveria ter sido extirpado. Mas o bom senso dos homens é sistematicamente corrompido. E os culpados são: escola, imprensa, mundo dos negócios, mundo político. (EINSTEIN, 2015, p. 11)

Einstein viveu a primeira metade no século XX e, na visão dele, a escola fazia parte de uma estrutura que corrompia a humanidade. Relacionando com o que discutimos até então, de fato, “se corromper” significa manter a situação de acordo com interesses de uma classe social e influenciar o cenário global, a escola como instrumento de poder, corrompe a sociedade desde os anos iniciais.

Cabe aos educadores científicos (cientistas, professores e divulgadores científicos) integrar o ensino de ciências ao seu contexto histórico e social de maneira efetiva visando fortalecer, através de contextualizações, a própria ciência.

Assim, toda vez que a Educação em Ciências retrata a ciência como algo apenas do mundo natural, produz uma apresentação reduzida e termina por fragilizar a própria ciência, pois bastará que os grupos interessados revelem a dimensão política de determinado grupo científico para diminuir sua credibilidade perante a opinião pública. (LIMA *et al*, 2019, p. 176)

A escola é vista como ameaça. Ela tem o poder de contrapor líderes políticos e religiosos, familiares, ditadores e ser a voz que se levante perante situações absurdas (MASSCHELEIN; SIMONS, 2014). As peculiaridades envolvidas nos ambientes escolares são capazes de interferir nas diferentes realidades e os impactos causados promovem uma linha tênue entre o amor e o ódio destinados à instituição e, conseqüentemente, aos professores.

Por isso, ao mesmo tempo em que a escola pode ser culpada pelo marasmo social, ela também se apresenta como a melhor forma de superar as injustiças.

Podemos considerar, então, que durante as atividades bélicas observadas na guerra, a perspectiva pós-moderna utiliza as falhas científicas como combustível para a contestação e, mais do que isso, aponta a necessidade de um aprimoramento educacional para o controle do poder.

Após a segunda grande guerra, a União Soviética marca a história quando lança ao espaço o primeiro objeto (Sputnik), o primeiro ser vivo (Laika) e o primeiro ser humano (Yuri Gagarin). A tecnologia avançava a passos largos e ao mesmo tempo diversos países lutavam por soberania e ineditismo, passando a imagem de maior poder. Inicia-se, então, a corrida espacial.

Segundo Lévy (2000, p. 11), os embates políticos que ocorreram na primeira metade do século XX, nada mais representavam do que a vontade de dominação cultural de um país em relação ao outro, com isso, a organização que permitia maior liberdade e promovia o trabalho em conjunto, saiu vitoriosa pela ótica da própria seleção cultural.

Em virtude destes eventos os Estados Unidos promovem a criação do *Physical Science Study Committee* (PSSC), que buscava reformular o ensino da física no ensino secundário.

Segundo Chiaverina (2006, p. 1) a “primazia estadunidense” estava em questionamento, devido aos avanços soviéticos no desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias. Por isso, fizeram-se necessárias diversas mudanças nas estruturas educacionais americanas. Saía de cena, então, o ensino tradicional de memorização e simples aplicação de equações para uma fluidez maior na resolução de problemas baseada em abordagens experimentais.

Essa preocupação, em reformular o ensino da física, data da segunda metade dos anos 50 e elucida a junção, necessária como resposta às visões pós-modernas, de ciência, escola e poder. Mais uma vez a teia complexa nos apresenta um confronto entre a descrença científica e o aproveitamento da ciência como forma de manter ou expandir o poder relacionado à alguma situação específica.

De acordo com minha memória, a época foi em algum lugar durante o outono de 1956. Professor F. Wheeler Loomis, chefe do Departamento de Física da Universidade de Illinois, foi abordado pelo Professor Jerrold R. Zacharias, presidente de um recém-formado Comitê Diretor de um Comitê de Estudos de Ciências Físicas (PSSC) que havia sido estabelecido no MIT (...) Loomis e Zacharias trabalharam juntos no "Rad Lab" do MIT durante a Segunda Guerra Mundial e desenvolveram uma relação estreita de trabalho. Foi com certeza aquela relação que levou Zacharias a se aproximar de Loomis com a sugestão de que o último podia explorar com seu corpo docente a possibilidade de colaboração entre Illinois e o MIT na busca da meta ambiciosa que havia sido abraçada por seu Comitê Diretor do PSSC. (GOLDWASSER, 2006, p. 1)

Neste trecho percebemos que o currículo estadunidense de física no ensino básico, sofre alterações em uma época de necessidade no aprimoramento de mãos de obra e de tecnologia e deriva das relações instituídas durante a guerra. Pode-se ficar disposto a crer que ao mesmo tempo em que as instituições, bem como o conhecimento, são questionadas na pós-modernidade, o próprio sistema encarrega-se de exigir aprimoramento na mediação entre professores e estudantes. Nota-se que a ciência se transforma e, inevitavelmente, o ensino também foi utilizado na manutenção do poder em suas manifestações variadas (política, bélica, educacional, tecnológica etc.).

Poucos anos depois (anos 60), surgiu o projeto Harvard que partia de perspectivas culturais e filosóficas para contextualizar o ensino de física. Ou seja, dois programas com enfoques diferentes: o PSSC voltado para a experimentação e o Projeto Harvard com inserção de filosofia da ciência para o ensino de física.

O Projeto de Física de Harvard, que em seu auge atingiu 15% dos alunos de 1º e 2º graus nos Estados Unidos, foi o currículo escolar de ciências fundamentado em princípios históricos e preocupado com as dimensões cultural e filosófica da ciência mais amplamente utilizado. Seu sucesso em evitar a evasão dos estudantes, atrair mulheres para os cursos de ciências, desenvolver a habilidade do raciocínio crítico e elevar a média de acertos alcançada em avaliações forneceu evidências suficientes para os que, hoje, advogam a favor da História, Filosofia e Sociologia (HFS). (MATTHEWS, 1995, p. 171)

O ensino de física passa a ser apresentado e explorado de maneiras diversificadas que possibilitavam a formação variada dos estudantes, de acordo com suas aptidões. Novamente, vale destacar que essas preocupações eram decorrentes de noção do impacto que um ensino de qualidade poderia causar no contexto de dominação que estava imposto.

Na Inglaterra surgiu o projeto Nuffield, que possui duas versões de origem: a própria corrida espacial e a constatação de um ensino de ciências deficitário. Esse projeto foi desenvolvido com foco nas três disciplinas relacionadas à ciência: física, química e biologia. O curso de física tinha duração de 5 anos e aproximava as atividades de sala de aula com os trabalhos dos cientistas, contando com o apoio de empresas (BARROS, 2015). O programa voltado à física teve resultados abaixo do esperado e viu na questão do aprendizado sua fraqueza, visto que a simples reprodução do trabalho científico não utiliza metodologias adequadas para mediar a

apresentação do conhecimento. Mesmo assim, a Nuffield Foundation seguiu desenvolvendo práticas e metodologias particulares que vigoram até os dias de hoje.

Esses projetos impactaram o ensino de física do mundo inteiro, inclusive do Brasil. Segundo Lorentz e Barra (1986), havia a necessidade de melhorar o ensino de ciências no Brasil e essa responsabilidade ficou a cargo do Programa de Expansão e Melhoria do Ensino (PREMEN) que visava, principalmente, qualificar/formar professores e ofertar materiais de qualidade.

No começo da década de 70, um grupo de professores do ensino secundário e da graduação, desenvolveram materiais e métodos para renovar o ensino de física brasileiro (VIOLIN, 1977). A análise dos dados foi realizada como o método Keller, permitindo o desenvolvimento individual de cada estudante. Os estudos baseados no Projeto de Ensino de Física (PEF) foram, sistematicamente, desenvolvidos até meados dos anos 70. Ao mesmo tempo em que obteve resultados positivos, obviamente, o método também apresentou falhas.

A diferença entre os resultados obtidos nos dois colégios indicou claramente que a aprendizagem não depende somente da qualidade do programa: o nível socioeconômico dos alunos, a natureza da escola e o desempenho do professor são fatores importantes a serem considerados na utilização de um sistema instrucional. Em consequência, foi possível perceber as grandes limitações de um projeto que pretende ser independente da presença de um professor com profundo conhecimento do programa, sua metodologia e objetivos, e que acompanhe o trabalho dos alunos. (PACCA, 1977, p. 26)

Diversos países passaram a apostar na criação de projetos que pudessem promover a aproximação das escolas com a ciência e revelar novos cientistas. Aqui, cabe constatar que a motivação primordial dos países era garantir o desenvolvimento científico, em diversos desses programas, falharam em não perceber que a relação com a história e os parâmetros sociais impactam de forma veemente na construção cognitiva dos estudantes. Sobre isso, Moreira (2000), “um motivo que não pode ser ignorado é a falta de uma concepção de aprendizagem”, visto que a maior preocupação dos projetos era considerar os estudantes do nível médio, como físicos em potencial.

Cabe ressaltar que esses projetos se estenderam ao longo da guerra fria e formaram as bases dos programas de ensino de ciências que existem nos dias de hoje, tanto no ensino médio, quanto nos cursos de graduação.

Durante os anos 60 e 70, no Brasil, os governos militares, alinhados aos interesses estadunidenses, investem em um modelo educacional restritivo e voltado ao ensino direto e sem contextualização. Anteriormente, nos dois países, houve programas voltados para o aprimoramento educacional de jovens e adultos. Nos EUA existiam projetos voltados para a comunidade negra que, em certo ponto, possuem os mesmos objetivos de capacitação popular e inserção social.

(...) fui capaz de evocar conversas em sala de aula tiradas das experiências adultas dos alunos e compreensões sofisticadas, permitindo que se sentissem intelectualmente capazes, em vez de envergonhados por sua rudimentar competência em alfabetização. (COLES, 2018, p. 8)

No Brasil, o Método Paulo Freire de alfabetização permitiu que trabalhadores aprendessem a ler e escrever em 45 dias. Posteriormente, Freire foi exilado, atitude que escancarou os objetivos do governo para com a educação. A própria criação do Movimento Brasileiro de Alfabetização (MOBRAL) representa, segundo Beluzo e Toniosso (2015), “uma ruptura na proposta de Freire” e opta por um programa que formasse o cidadão para a inserção na sociedade através de um modelo tecnicista e que não estivesse alinhado com as ideias “subversivas” de Freire.

Novamente, vem à tona mais uma situação na qual a educação é explorada de maneira a atender as vontades dos dominantes. Durante os governos militares, a educação pública foi deixada de lado para que as escolas privadas fossem privilegiadas.

A tendência do governo militar em privilegiar as camadas de renda mais elevada e os setores empresariais ocorreu, também, nas áreas da saúde e previdência, que se tornaram mercadorias de alto custo. Na área educacional, apesar das reformas, o Estado se descomprometeu gradativamente de financiar a educação pública; os recursos foram comprometidos com o capital privado, repassando as verbas para as escolas particulares. (ASSIS, 2012, p. 329)

É importante fazer uma breve pausa e olhar para trás. Como ora explorado, desde o Egito antigo, os processos educacionais são concebidos de maneira a priorizar os benefícios das classes mais elevadas. Todas as medidas que potencializavam o ensino e a aprendizagem foram tomadas em função das exigências das classes abastadas e, obviamente, a piora nos quadros educacionais também possui motivação externa às urgências das escolas.

Em especial no Brasil, país historicamente desigual, as questões relevantes à educação sempre tiveram como motivação o interesse daqueles que ocupavam/ocupam os lugares mais altos da sociedade, tendo acesso aos privilégios. É comum delegarmos a culpa dessa estrutura social corrompida ao povo, no entanto, há um personagem principal que colabora com a situação.

Sobretudo nós, bonitos. Falo da descoberta de que a causa real do atraso brasileiro, os culpados de nosso subdesenvolvimento somos nós mesmos, ou melhor, a melhor parte de nós mesmos: nossa classe dominante e seus comparsas. Descobrimos também, com susto, à luz dessa nova obviedade, que realmente não há país construído mais racionalmente por uma classe dominante do que o nosso. Nem há sociedade que corresponda tão precisado aos interesses de sua classe dominante como o Brasil. (RIBEIRO, 1986, p. 3)

A Agenda 30 pertencente à Organização das Nações Unidas, no seu Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 4 (ODS4), visa a utilização da educação como forma de integrar e oportunizar a ascensão social, com medidas que impactem diretamente os contextos sociais de maneira global. Diversos parâmetros devem ser lapidados para que os objetivos sejam alcançados, sendo as questões de gênero e de formação dos professores, bem como o acesso à educação para todos, os principais tópicos.

Fica evidente então que a situação atual da maior parte do planeta não apresenta resultados satisfatórios no que diz respeito à educação, uma vez que ainda necessitamos melhorar questões básicas de qualidade no ensino. Em relação ao Brasil, por mais vago que o documento primordial seja, não podemos garantir que esteja sendo cumprido em todo território nacional.

Em 1988 a Constituição da República Federativa do Brasil passou a vigorar, oferecendo diversos parâmetros legais que guiam, até os dias atuais, a vida dos brasileiros. Em seu artigo 205, quando se refere a educação, lê-se o seguinte:

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho. (BRASIL, 1988)

A escola é um direito de todos os brasileiros, assegurado pela constituição e está presente em todas as cidades do país. A evolução das relações de poder e como se manifestam nos ambientes educacionais permite-nos enxergar uma realidade em que o acesso às coisas está facilitado. Como elucida Lévy (2000, p. 6), “os planetários”

já ultrapassaram as fronteiras territoriais há muito tempo, na gastronomia, estilos musicais e no uso da tecnologia.

Essas “viagens sem sair de casa”, foram possíveis graças ao desenvolvimento da mobilidade e das comunicações, já que a tecnologia avançou a tal ponto que podemos acessar diversas situações que, na antiguidade, seriam impossíveis. Por isso a preservação da cultura e das tradições obteve muito mais êxito nos séculos passados.

É inevitável, como ocidentais, pensarmos nas grandes navegações como forma primordial de mobilidade e miscigenação de culturas. O interesse econômico e territorial existente nos séculos XV e XVI, flertava com as situações de poder existentes na época e permitia aos conquistadores acesso a riquezas desconhecidas no continente europeu.

Mas nem só de especiarias e pedras preciosas beneficiavam-se os dominantes europeus. As rotas de comércio ofereciam informações, conhecimentos úteis e, ao mesmo tempo, desconhecidos pelos governantes.

A supremacia militar, o poder econômico, a difusão cultural, estão diretamente correlacionados com a capacidade de controlar os fluxos de informações, de conhecimentos, de dinheiro e de mercadorias. (LÉVY, 2000, p. 14)

Voltando, momentaneamente, aos dias atuais podemos observar que todos esses parâmetros definem o “poder” social de certa civilização. Basta observarmos as condições das áreas urbana e rural, no que diz respeito às tecnologias, no Brasil.

De acordo com a “Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras – 2018” (CGI, 2019, p. 117), constata-se que nas áreas urbanas do país há: “Conectividade em escolas públicas e particulares; Atividades de informação e comunicação e uso de tecnologias nos processos de ensino e de aprendizagem; Disponibilidade e uso de recursos educacionais; Fontes de aprendizado e formação sobre o uso de tecnologias; Cidadania digital e educação midiática.”. Nota-se que essas medidas são características da inserção de tecnologias nos ambientes educacionais, processo este que se estende há 30 anos no Brasil.

Ao mesmo tempo, as análises feitas sobre as escolas rurais, nos mostram uma realidade mais precária (CGI, 2019, p. 117), com deficiências associadas a: “Infraestrutura e uso de tecnologias nas escolas localizadas em áreas rurais; Ações da comunidade escolar na implementação de tecnologias nas escolas; Barreiras e caminhos para a ampliação e a qualificação do acesso.”.

Comparando os dois casos, é impossível afirmar que as escolas estejam promovendo sequer a igualdade. Nota-se aqui, mais uma vez, a manifestação de poder que provoca a diferenciação na formação de estudantes de um mesmo país que deveriam, em teoria, ter acesso aos mesmos materiais e práticas metodológicas. Entretanto, novamente, sobressaem as necessidades das elites que, resumindo, não tem interesse em educação de qualidade para a população.

Eu acho que não houve fracasso algum nesta matéria, mesmo porque o principal requisito de sobrevivência e de hegemonia da classe dominante que temos era precisamente manter o povo chucro. Um povo chucro, neste mundo que generaliza tonta e alegremente a educação, é, sem dúvida, fenomenal. (RIBEIRO, 1986, p. 7)

Obviamente que a questão da educação é muito mais complexa por sofrer fortes influências dos meios políticos, sociais e culturais. Porém, é inevitável questionar as condições com que essas crianças irão “competir” com as demais durante a vida, já que regiões rurais apresentam um nível de desenvolvimento social menor, quando comparado às áreas urbanas.

Cabe ressaltar que para essa análise, relacionou-se os extremos (urbano e rural), mesmo que essas desigualdades também estejam presentes dentro de escolas, muitas vezes, localizadas em um mesmo bairro.

O relatório de 2018, mas publicado em 2019 (CGI, 2019) mostra-nos algumas situações interessantes. As escolas rurais apresentam características muito peculiares que não são observadas nas urbanas. Segundo o Indicador B1A (Escolas rurais que possuem computador, por tipo de computador), o número de escolas que apresenta computadores de mesa é de 47%, de computador portátil 30%, *tablets* 6%.

O Indicador B2D1 (escolas rurais, por motivos para não utilizar *Internet*), mostra que, dentre os motivos, aparecem questões relacionadas ao custo das conexões, falta

de habilidade dos profissionais envolvidos, ausência de energia elétrica, abastecimento de energia intermitente.

Por último, Indicador C1A1 (escolas rurais, por programa de formação de professores para uso do computador e da *Internet* em atividades de ensino e de aprendizagem), apresenta um quadro peculiar: apenas 16% dos professores recebem treinamentos específicos para incluir tecnologias em sala. Mesmo assim, daqueles que tiveram algum tipo de formação, 30% a realizou de maneira particular.

A análise desses três indicadores nos permite concluir que: 1) faltam computadores; 2) falta conexão com a *Internet*; 3) os professores não recebem formação para trabalhar com tecnologia nos meios rurais. Sendo assim, estarão sempre limitados e, conseqüentemente, ofertando essa limitação para seus estudantes.

Já nas escolas urbanas, a realidade é outra. Segundo o Indicador D3 (escolas urbanas que possuem computador, por tipo de computador) observa-se que o número de instituições que têm computador de mesa é de 97%, computador portátil é 87% e tablets 34%.

Discutir a existência de *Internet* nas escolas urbanas não apresenta tantas surpresas, visto que, de acordo com o Indicador D10 (escolas urbanas com acesso à *Internet*), 98% das escolas urbanas possuem acesso à rede mundial de computadores.

O Indicador C2A (escolas urbanas, por projeto de formação para professores), nos mostra que 23% dos professores estão inseridos em projetos de aperfeiçoamento e formação. Desses, 30% o fazem por conta própria.

Os comparativos foram realizados observando indicadores que apresentassem porcentagem referentes aos mesmos temas. Salta aos olhos a discrepância tecnológica entre as escolas, de acordo com suas localizações. Dentre os temas abordados, apenas a formação de professores apresenta resultados próximos. Tanto a existência de máquinas, quanto o acesso à *Internet* são sinais de uma desigualdade vigente na educação brasileira. Não foram exploradas as diferenças entre regiões do

país, mas cabe citar que a linha imaginária que separa o norte e sul do Brasil, também evidenciam uma diferença na apropriação da tecnologia.

Na escola articulada em torno da lógica da reprodução capitalista, não há lugar para um acesso equitativo do saber. Há quem aprenda saberes básicos para a sua subsistência, há quem seja preparado para galgar altos postos em campos de conhecimentos específicos. Há também os preparados para uma boa retórica, assim como outros que são direcionados a cumprirem funções específicas, inclusive como futuros agentes de repressão. (FERRARO, 2014, p. 17)

Fica subentendido, que a educação destinada aos estudantes brasileiros não interfere na rotina de privilégio estabelecida pelas classes soberanas. Mais uma vez, ciência, representada pela tecnologia, não é para o acesso de todos.

Na verdade, essa realidade não é restrita ao país tupiniquim. Segundo Coles (2018, p. 13) a educação, mesmo com o advento da tecnologia, permanece com a oferta desigual evidenciada pela diferença na formação daqueles que irão liderar e outros que “atenderão às necessidades estratificadas de trabalho”.

No século XXI é inevitável, ao versar sobre conhecimento, refletir sobre a tecnologia no contexto mais profundo que afeta não só a pulverização de informações, mas as relações humanas e, conseqüentemente, a economia. Essas associações aceleram de maneira incisiva a evolução tecnológica, mesmo que esta não acompanhe o imediatismo humano. É impossível para a tecnologia, mesmo com sua evolução exponencial, que ela satisfaça de maneira total as vontades humanas e seu caráter maleável (BAUMAN, 2001, p. 109).

Com o uso do termo “liquidez”, Bauman retrocede em suas obras e observa que ainda nos encontramos na modernidade, sendo o termo “pós-modernidade”, equivocado. Na verdade, a modernidade não acabou, ela se transformou e continua se adaptando às condições impostas pela sociedade, bem como as suas necessidades, na maioria das vezes, motivadas pela ânsia do consumo (BAUMAN, 2001).

Assim, a liquidez das relações humanas é observada no próprio uso das tecnologias, demanda das instituições de ensino que a velocidade no desenvolvimento pessoal se equipare àqueles exigidos com relação às tecnologias. Na metáfora de Bauman (2001, p. 4) a liquidez se refere à capacidade de adaptação,

transformação, mobilidade e instabilidade que os fluidos apresentam. Usando essa concepção como entendimento das relações, necessita-se discutir o impacto dessa observação nos ambientes educacionais e, mais do que isso, produzir e disseminar materiais adequados para o momento histórico em que vivemos, garantindo a possibilidade deste de “fluir” de acordo com as necessidades da sociedade.

As formações necessárias e diversificadas em uma sociedade devem ser conquistas dos estudantes para que possam se encontrar como agentes sociais com o auxílio da escola. Cabe destacar que, de forma alguma, as análises presentes nesse trabalho fazem juízo de valores no que diz respeito às profissões escolhidas, bem como os papéis sociais. Uma família de classe elevada tem o mesmo direito de proporcionar educação de qualidade que a família de classe mais baixa.

Entretanto, a disparidade nas condições de aprendizado, representada nessa análise pela simples existência de computadores nas escolas, fortalece as condições de desigualdades e, mais do que isso, interfere no processo de insubmissão ao sistema. Essa constatação é interessante para qual parcela da sociedade? Os dominantes.

Segundo Ribeiro (1986, p. 6), engana-se quem pensa que o Brasil falhou em promover o acesso igualitário à educação, para toda a população. Ressalta que essa disposição e condução dos processos educacionais são feitos de acordo com interesses dos dominantes, visto que se o povo for “Mantido ignorante, ele não estará capacitado a eleger seus dirigentes com riscos inadmissíveis de populismo demagógico.”.

Pode-se inferir que esta questão, pontual, sobre a formação e a infraestrutura computacional está relacionada à falta de necessidade desses instrumentos para o desenvolvimento de uma escola tradicional.

A autorrealização, argumenta-se, tem lugar na esfera da cultura, das palavras e significados, do conteúdo, do conhecimento fundamental. A tecnologia, por outro lado, pertence ao domínio da fabricação e da manufatura, do aplicável, da lógica instrumental. A partir de uma perspectiva humanista, a tecnologia é algo que deve ser mantido fora da escola ou, pelo menos, algo que deve ser cuidadosamente abordado em termos de um meio que permita à chamada pessoa bem formada alcançar seus fins humanitários: em primeiro lugar, a aquisição de entendimento e conhecimento básicos e, em segundo, a tradução disso em técnicas e aplicações concretas. Mas, dar forma à escola, ou seja, estimular o interesse por cuidadosamente criar e apresentar o

... mundo, é inconcebível sem a tecnologia. (MASSCHELEIN; SIMONS, 2014, p. 27)

A visão que dissocia a escola das tecnologias é compreensível se levarmos em consideração o pouco tempo de utilização da *Internet*, como ferramenta pública. Somos, então, a primeira geração que tem acesso a um ambiente que armazena uma quantidade significativa de dados, bem como continua a produzir materiais ligados às mais diversas fontes de interesse humano (LÉVY, 2009, p. 2).

Essa constatação reforça a importância das práticas educacionais com viés tecnológico, visto que estamos presentes em um momento jamais visto de transição entre modelos estruturais socialmente aceitos. Se a tecnologia colabora com a disseminação de pós-verdades, devido ao seu potencial de maneabilidade, também se faz urgente que aspectos relacionados à cibercultura sejam anexados nos ambientes escolares, mais uma vez adaptando-se aos interesses civis.

Com os trabalhos sendo realizados, cada vez mais, com o apoio das tecnologias é natural que as funções dos seres humanos passem a ter um viés de criatividade e de colaboração, se afastando das próprias atividades (LÉVY, 2001, p. 9). Devido a isso, a exploração da videoanálise surge como uma maneira de “ganhar território”, se pensarmos no trabalho do professor. Ao invés de ser substituído pela tecnologia, utiliza-a para elevar o nível de atuação, promovendo assim, o acesso de maneira universal e o trabalho colaborativo, que permeia a atuação de professores e estudantes.

Vivemos, então, um momento singular na história que nos permite viver a transição entre as necessidades antigas e as atuais.

Minha principal hipótese é que as linguagens naturais, bem como os sistemas de notação inventados antes do século XXI, não são apropriados para a escala atual e futura do processo de categorização social. Eles não são adequados para explorar a nova memória digital global interconectada e seu poder sem precedentes. Naturalmente, as línguas estão de acordo com o processamento do cérebro humano, não foram projetadas para serem manipuladas automaticamente. Sistemas de notação e escrita antigos correspondem a armazenamento físico pesado e lento e recuperação de processos, e não a computação automática de alta velocidade onipresente. (LÉVY, 2009, p. 2)

Notadamente, a humanidade passou por experiências que permitiram o avanço de aspectos relevantes no que diz respeito a inteligência coletiva, desde o

desenvolvimento da escrita como forma de transmissão de conhecimentos e representação cultural, passando pela criação dos numerais e culminando, atualmente, com as interrelações proporcionadas pelos ambientes virtuais (LÉVY, 2009, p. 6).

As tecnologias ocupam um lugar de destaque nas culturas atuais, visto que aprimoram a capacidade de pensamento na mesma velocidade em que dão vazão às informações existentes na rede mundial. Podemos observar que a tecnologia permeia todos os pontos discutidos, na medida em que acompanha a atual civilização, potencializando aspectos de lazer, trabalho, estudos, busca de informações, criação de conteúdos e assim por diante (LÉVY, 2000, p. 65-78).

Apartar a escola do uso de tecnologias, com o intuito de preservá-la em essência, é interferir em todos os processos que ocorrem nos ambientes educacionais, desde promover as interações comuns ao dia a dia, até trazer para esses ambientes as vantagens e desvantagens, da tecnologia como construção humana. A educação e a aprendizagem são, na visão de Lévy (2000, p. 93), uma “atualização da cultura” e como tal, neste momento histórico, é importante que converse com os dispositivos digitais, tão presente no universo dos estudantes.

Em Lévy (2010, p. 1), observamos a diferença entre Inteligência Computacional Coletiva e Inteligência Coletiva Computacional. As duas variantes apresentam definições relevantes para o ensino, sendo a primeira voltada para o desenvolvimento de ligações entre as estruturas virtuais (*softwares*) e seus aprimoramentos. A segunda, preocupa-se com aspectos que transcendem a simples análise da computação em si, levando em consideração as influências e necessidades sociais, ampliando a relevância de aliar um ao outro.

Sendo o produto desta tese um livro que possibilita a mudança estrutural, adaptando-se ao contexto pré-estabelecido, há possibilidade de explorar parâmetros relevantes aos dois conceitos citados no parágrafo anterior, visto que a colaboração para adaptação (Inteligência Coletiva Computacional) depende da produção realizada anteriormente (Inteligência Computacional Coletiva). Em todos os aspectos, apresenta-se como um trabalho inserido no momento histórico em que vivemos: colaborativo e fluido.

Ainda em Lévy (2010, p. 2) podemos extrair a maior expressão da pertinência do uso de tecnologia pelas escolas. Somos notadamente uma sociedade que evoluiu no domínio e aperfeiçoamento de simbologias, sendo apresentadas pelo autor em três linhas: reflexão, marcada pela capacidade que temos de criar simbologias e as questionar; diálogo, que se relaciona com a ligação simbólica entre as pessoas através de troca de símbolos (linguagem); narrativa, que está ligada à organização do conhecimento, permitindo a identificação de personagens, plano de fundo e os processos.

Evidentemente que todos esses aspectos são de complicada observação na sociedade líquida em que estamos inseridos devido ao alto grau de inconstância na conjuntura atual, a própria reflexão torna-se perigosa para as situações de poder estabelecidas. Além disso, a simbologia e os planos de fundo também sofrem com as mudanças características do momento. Daí a importância de práticas que se adaptem às circunstâncias.

Entretanto, segundo Soffner (2013, p. 150), ainda nos prendemos ao ensino da tecnologia, ao invés do ensino com tecnologia. De fato, se prestarmos atenção nos documentos oficiais e estudarmos os diversos projetos de aprimoramento, desde os anos 70, constataremos que as motivações giravam em torno de promover o contato dos estudantes com os computadores ou *softwares* relevantes.

As análises, como as feitas pelo CGI, ainda buscam avaliar a situação sendo, em alguns casos, flagrante a falta de equipamentos e formação. Por isso ainda não se verificam práticas mais consolidadas que usem tecnologia de maneira integrada aos objetivos de ensino e aprendizagem, reforçando esse distanciamento entre exigência e prática de forma natural. A velocidade das mudanças nas necessidades da escola, em relação à tecnologia, não tem sido acompanhada por medidas efetivas de incorporação das TIC nos ambientes formais de ensino.

Essas constatações reforçam a necessidade de inclusão das tecnologias, bem como a discussão em torno delas, como forma de reflexão em torno de ferramentas tão relevantes e indissociáveis do desenvolvimento humano, enquanto aprimoramento de simbologias e transmissão de conhecimentos. Para isso, é flagrante que devemos nos apropriar do alcance da tecnologia para potencializar um ensino baseado em

“retroalimentação”, no qual as mesmas práticas e materiais podem passar por diversas pessoas, permitindo que estas façam alterações e aplicações relevantes ao cenário que vivem, fazendo com que os processos sejam desempenhados por diversas mãos.

Não haverá outras humanidades do que o digital porque o meio digital garantirá um poder sem precedentes às operações de análise, síntese, pesquisa, filtragem e extração de informações da memória global. Essas operações serão aumentadas por uma mistura de computação automática direta e computação colaborativa / social. No criativo lado, a geração de documentos e o design do ambiente imersivo serão ainda mais automatizados e uniformes mais colaborativo do que hoje. A distinção entre autor, editor, crítica (avaliação) e o bibliotecário (categorização) continuará a borrar. (LÉVY, 2009, p. 7)

Os trabalhos atuais que mesclam a tecnologia às práticas e metodologias educacionais devem, então, permitir personalização, visando construir um ambiente colaborativo no ensino e aprendizagem. Se podemos usar instrumentos “que ampliam, facilitam e estimulam as faculdades cognitivas humanas” (SOFFNER, 2013, p. 158) e não utilizamos, pode-se pensar que essa resistência à inserção de tecnologia na sala de aula dialoga com as estruturas das relações de poder vigentes, em virtude da falta de interesse da promoção do estímulo para aprender através de diversas formas.

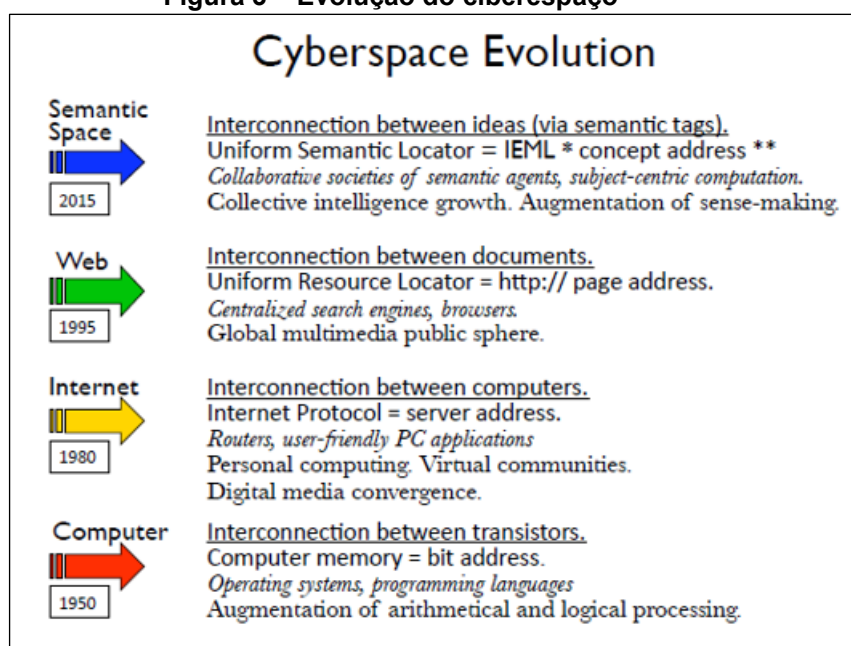
Corroborando essa situação, já se verificou verdadeira a diferença de tratamento dada à educação, quando confrontamos os ambientes urbanos e rurais. A mesma coisa acontece nas escolas públicas e privadas. Os filhos dos dominantes estão inseridos em ambientes que, cada vez mais, oferecem contato com a tecnologia, principal mediadora das interrelações no contexto pós-moderno, ou de “liquidez” das relações.

Admite-se que usar a videoanálise como instrumento educacional causa estranhamento por parte de várias pessoas ligadas à educação, por fugir do ensino tradicional da física. Nas escolas sustenta-se o discurso de que as ciências humanas possuem as matérias de maior interesse por parte dos estudantes, marginalizando-se assim as disciplinas de ciências e matemática, porém tal discurso é baseado na impressão de satisfação (MASSCHELEIN; SIMONS, 2014). Números e gráficos não trazem conforto para a maior parte das pessoas.

Por isso, física e modelagem computacional, apresentam-se como um conjunto significativo na possibilidade de mudança de tal percepção e consequentemente formação de um estudante, oferecendo práticas mais próximas ao laboratório.

Para sacramentar a importância da videoanálise, basta observar a evolução do ciberespaço, ilustrada pela Figura 3. Nessa concepção o uso do *software Tracker* aparece imbuído de informações e torna-se objeto de apropriação por parte do estudante inserido em um contexto democrático de educação.

Figura 3 – Evolução do ciberespaço



Fonte: Lévy, p. 5 (2009)

A ferramenta tecnológica em questão permite, em conformidade com os Recursos Educacionais Abertos (REA), a adequação, reutilização, releitura, reaproveitamento e observação das atividades propostas. Logo, a conjunção das práticas e metodologias, com os recursos tecnológicos adequados potencializa o conceito de inteligência coletiva, sendo esta, o estágio atual do ciberespaço.

Essa conexão entre ideias expõe a versatilidade das práticas e materiais, sendo possível ocorrer adaptações personalizadas que permitam, sob determinadas circunstâncias, uma aprendizagem adaptável aos interesses dos professores e estudantes.

Antes de voltarmos à nossa defesa da escola, ainda é necessário discutir outra variante da alegação de que a escola é redundante: a escola, onde a aprendizagem está ligada ao tempo e ao espaço, não é mais necessária na

era digital dos ambientes de aprendizagem virtual. Lemos que está próxima uma revolução impulsionada principalmente pelas novas tecnologias de informação e de comunicação. Essas tecnologias permitem direcionar a aprendizagem diretamente sobre o aluno individual. A aprendizagem torna-se perfeitamente adaptada às necessidades individuais em transformação, dizem os partidários. (MASSCHELEIN; SIMONS, 2014, p. 10)

O produto desta tese não se insere nessa situação. Embora estejam relacionados às TDIC, é para utilização do ser humano, professores e estudantes. A tecnologia apoia as práticas, sustentando as relações humanas e permitindo que em uma atividade, as habilidades relevantes para a física – como análise de gráficos, observação dos fenômenos, aplicação do método científico - sejam trabalhadas.

Segundo Ferraro (2014, p. 9), “o conhecimento técnico-científico, não alcança de igual maneira todos os estudantes”. A instrução não alcança, devido ao nivelamento imposto nas escolas relacionado à igualdade exigida no ambiente escolar e documentos oficiais. Ensinar pessoas diferentes, que têm vivências diferentes, com as mesmas práticas acaba causando um nivelamento inexistente.

Por isso a promoção da equidade, através de diversas maneiras de desenvolver determinada atividade deve ser enaltecida, isso inclui, para o ensino/aprendizagem de física, as práticas experimentais, simulações, aulas expositivas, resolução de problemas.

Portanto, disponibilizar materiais de qualidade bem como práticas bem estruturadas, reforça aspectos necessários ao ensino e paralelamente fornece instrumentos para o professor modificar e usar em sala de aula. Nessa vertente, a videoanálise em conjunto com o livro como parâmetros da prática pedagógica dos professores, vão reforçar e oferecer subsídios teóricos e experimentais que podem motivar estudantes que tenham interesse tecnológico, bem como suas aplicações.

A liberdade proporcionada pelo material e encorajada pelo professor, oferece para alguns estudantes a possibilidade de autoconhecimento e realização, semelhante às aulas de poesia, por exemplo, para estudantes com outros perfis.

A prática, após ser mediada pelo professor, permite a apropriação por parte do estudante e garante a sua autonomia perante o desenrolar experimental. Isso não diminui a importância do docente, pelo contrário: reforça o incentivo à independência e autonomia do estudante, objetivo primordial de qualquer professor.

Em concordância com o conceito de inteligência coletiva (LÉVY, 2000; LÉVY, 2009; LÉVY, 2010) a videoanálise permite modificações incessantes, não só no material, como na própria maneira de utilização deste. Além disso, a possibilidade de utilizar *softwares*, interagir em grupos, seguir tutoriais e posteriormente desenvolver sua própria habilidade, conversa com a ideia de aprimoramento de “competências desejáveis” (MASSCHELEIN; SIMONS, 2014, p. 13). Mesmo que esse não seja foco, o contato com a tecnologia, mais precisamente um *software* que traz diversos elementos para análise, proporciona um incremento na formação do estudante, permitindo que este já adquira habilidades necessárias para o seu cotidiano, incluindo o mercado de trabalho.

Assim, o conhecimento passa por diversos processos, por diversas pessoas com vivências próprias que afetam diretamente as relações de poder, interferindo no desnível educacional já abordado. O livro traz consigo uma representação de poder, permitindo que vários personagens sociais tenham acesso a ele. Esse trabalho não tem como objetivo romper com o *status* atual da educação e, pode-se pensar que a videoanálise não é uma ferramenta de mudança tão poderosa e com tanto potencial.

Entretanto, a pesquisa não se limita à determinada área, mas estimular sua inserção nos interesses das massas.

Pode-se mesmo dizer que o papel do intelectual específico deve se tornar cada vez mais importante, na medida em que, quer queira quer não, ele é obrigado a assumir responsabilidades políticas enquanto físico atômico, geneticista, informático, farmacologista e etc. Seria perigoso desqualificá-lo em sua relação específica com um saber local, sob pretexto de que se trata de um problema de especialistas que não interessa às massas (o que é duplamente falso, pois não só elas têm consciência deles como também neles estão implicados) ou de que ele serve aos interesses do Capital e do Estado (o que é verdade, mas mostra, ao mesmo tempo, o lugar estratégico que ele ocupa). (FOUCAULT, 1989, p. 12)

Por isso, o produto desta tese visa apresentar possibilidades para equiparar as práticas experimentais em diversos contextos, independentemente de região, IDH e infraestrutura. Fornecer o experimento e seu desenrolar contribuindo com a formação do professor, fortalecendo o diálogo entre os modelos conceituais e mentais relacionados aos estudantes.

A tecnologia tem sido a principal aliada à liquidez das relações observadas na modernidade no século XXI. Lévy (2001, p. 15) classifica as “tecnologias informáticas”

como um marco naquilo que chama de revolução “Noolítica” e destaca que se trata de uma situação análoga ao que a agricultura e a pecuária representaram para a revolução Neolítica. Justamente pelo impacto e importância causados pelas tecnologias, há um distanciamento social e econômico entre as classes sociais.

Neste contexto, o livro (que é o produto educacional associado à tese) visa promover a igualdade sem outros significados transcendentais, mas reforçando o próprio significado da palavra, fornecendo subsídios teóricos e práticos para que mais professores se tornem inspiradores, desafiando e proporcionando uma aprendizagem como forma de validação da curiosidade primordial, presente em todo ser humano. E, ao mesmo tempo, oportunizando aos estudantes o desenvolvimento crítico das experiências tradicionais de física.

Existem escolas e, conseqüentemente, professores de física em todas as cidades, mas isso não garante acesso aos experimentos de física. Assim, o produto desta tese surge como um aperfeiçoamento, levando formação e comunicação às regiões e pessoas que já foram alcançadas pelas matrizes curriculares, mas carecem de materiais de qualidade para aprimorarem os processos educacionais relacionados à tecnologia.

De acordo com Lévy (2001, p. 50), “Módulos multimídia encapsulados por empresas de ensino serão transmitidos de maneira interativa pelo ciberespaço de uma ponta à outra do planeta”. Como o material lido à esta tese irá ser disponibilizado no modelo de *Creative Commons*, o livre acesso apresenta-se como uma vantagem na facilitação de acesso aos materiais, potencializado pelo poder de disseminação da *Internet*.

As próprias disciplinas de ciências, pela concepção escolar, formato vigente e a distribuição tecnicista das escolas, são alteradas com utilização do *Tracker*, visto que assim, os personagens do processo saem do ambiente e se aproximam da proatividade, em busca do conhecimento. Os materiais derivados desta tese oferecem versatilidade, na medida em que podem funcionar como medida central, auxiliar ou ambas.

Trata-se do momento mágico quando alguma coisa fora de nós mesmos nos faz pensar, nos convida a pensar ou nos faz coçar a cabeça. Nesse momento mágico, algo de repente deixa de ser uma ferramenta ou um recurso e se

torna uma coisa real, uma coisa que nos faz pensar, mas também nos faz estudar e praticar. (MASSCHELEIN; SIMONS, 2014, p. 26)

O “estudar” e “praticar”, presentes no texto, relacionam-se ao poder da videoanálise: ao mesmo tempo em que exige dedicação (para aprender a dominar o *software* e aplicá-lo em situações) também busca envernizar o aprendizado.

Sendo um produto suscetível a adaptações, mudanças e diferentes aplicações, o processo de videoanálise conversa com a inteligência coletiva superando barreiras econômicas e sociais (OLIVEIRA, 2019). Assim, fica compreendido que os materiais desenvolvidos têm um grande alcance ao mesmo tempo em que coloca os professores/estudantes “dentro” do laboratório, que se encontra há centenas (ou milhares) de quilômetros. Utilizando as questões propostas por Foucault (1989), podemos observar que o produto permite o acesso das pessoas desfavorecidas à um material de qualidade, ligado ao ensino de ciências, interferindo diretamente nos “capilares” das situações de poder e contribuindo no acesso ao conhecimento.

Quanto a possíveis preocupações sobre o espaço que a tecnologia está tomando dos professores, é importante frisar que o processo de ensino/aprendizagem sempre precisará de um professor para mediá-lo. Contudo, a absorção de ferramentas digitais potencializa, e de certa forma aprimora, as práticas docentes. Sendo assim, o livro em conjunto com os vídeos, adapta-se inclusive à necessidade de enriquecimento intelectual do professor, possibilitando contato com materiais incomuns nas escolas brasileiras.

O objetivo deste trabalho não é provocar uma revolução imediata na estrutura escolar, ou no ensino de física, quebrando todas as preconcepções do ensino, mas expandir os ramos de possibilidades na condução de aulas de física, tendo como norte o compromisso social de possibilitar práticas e discussões significativas de experimentação, proporcionando situações que contribuam com a evolução do ensino nas mais variadas regiões e situações do Brasil.

A fluidez presente no próprio produto é capaz de se adequar às exigências educacionais contemporâneas e colabora com as próprias aulas, trazendo a tecnologia como parte fundamental do desenvolvimento de saberes. Assim, promove uma amálgama entre o ensino e as metodologias dependentes de recursos tecnológicos.

Cabe ressaltar o componente de competitividade nos ambientes escolares que é de interesse do mundo capitalista (COLES, 2018). Porém, a coletividade deve prevalecer para que haja evolução pessoal e profissional, tópicos indesejáveis para a economia. A escola serve como se fosse uma instituição de culpa por não proporcionar às pessoas a qualidade de vida desejada. É de interesse global que a economia capitalista não seja responsável pelo fracasso.

(...) no geral a economia global é aquela em que a maior parte do trabalho não requer um diploma avançado e, para inúmeros trabalhadores da manufatura em todo o mundo, educação mínima é tudo o que é necessário para aprender a fazer um trabalho em uma fábrica exploradora. A miragem criada pelo capitalista culpa escolas e professores pelas dificuldades dos trabalhadores em uma economia global que maximiza o lucro para poucos, é indiferente às necessidades de muitos e evita apoiar qualquer educação sobre o funcionamento real e a moralidade desta economia. (COLES, 2018, p. 36)

Não se busca a independência total ou acabar com o “poder” vigente. Como discutido anteriormente o poder, por si só, não é maléfico e nem sempre traz desvantagens. Mas cabe aos professores e demais envolvidos com a escola, se utilizarem dos diversos dispositivos, inclusive os tecnológicos, para proporcionar um ensino de qualidade que sirva de alicerce para as aspirações de todas as pessoas, superando as desigualdades inerentes a um país que funciona de acordo com o interesse das classes dominantes.

3. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Estamos na época em que a tecnologia faz parte do processo de crescimento e amadurecimento dos jovens e é utilizada diariamente por diversos motivos: lazer, educação e informação (DIAZ-VICARIO; JUAN; SALLÁN, 2019). Com o aumento na produção de aplicativos na última década, é natural que essas ferramentas sejam utilizadas no ensino, visto que os dispositivos em questão permitem uma prática mais direta e eficaz do que a maneira usual de coleta de dados em laboratório (BONVENTI; ARANHA, 2015).

Mesmo assim, a inclusão dos recursos computacionais não pode ocorrer de qualquer maneira e nem forçadamente, a utilização destes recursos deve ser feita de forma a beneficiar tanto professores quanto estudantes. Assim, essa junção deve contar com o apoio e suporte da estrutura educacional vigente: coordenações e professores.

Outra carreira de física com impacto direto na sociedade é o ensino médio. Além de sua responsabilidade de preparar os alunos para uma ampla gama de carreiras científicas, os departamentos de física têm um interesse próprio esclarecido em preparar professores de física do ensino médio bem qualificados. Os alunos do ensino médio que foram introduzidos à física por um professor com uma formação substancial em física, bem como um conhecimento significativo de conteúdo pedagógico específico da física, têm mais chances de desenvolver e manter um interesse pela física e estar bem-preparados para cursar um curso de física. (*American Physical Society*, 2016, p. 11)

Porém, observa-se que a inserção das TDIC no contexto educacional está defasada em relação a outras áreas que a utilizam para formação e aplicação profissional (COMISSÃO EUROPÉIA, 2017). Situação observada na saúde, na qual diversos procedimentos cirúrgicos são realizados por robôs e os profissionais devem ser formados de maneira que possam manipular tais instrumentos. As engenharias também fundamentam seus trabalhos com auxílio de TDIC para análise de desempenho. Por sua vez, nos esportes, os preparadores físicos utilizam GPS para a parametrização e compreensão de movimentos dos atletas.

Na educação não pode ser diferente, mesmo que certas regiões (no Brasil e no mundo) contem com uma desigualdade gigante, gerando diferenças no acesso às diversas tecnologias que possam contribuir com a formação humana.

A igualdade de acesso a um ensino e a uma formação de elevada qualidade é a forma mais poderosa de redistribuir a riqueza na sociedade. Esse processo deverá iniciar-se com um ensino básico de nível elevado e o acesso, em todas as idades, à formação e ao desenvolvimento das competências. Precisamos também de encontrar novas formas de aprendizagem numa sociedade que se está a tornar cada vez mais móvel e digital e forjar a boa combinação entre competências transversais, nomeadamente o empreendedorismo, e competências informáticas sólidas. (Comissão Europeia, 2017, p. 16)

Segundo a própria Comissão Europeia, as tecnologias apresentam possibilidades mais consistentes, ajudando os trabalhadores a “adquirirem as competências necessárias para impedir que se agravem as disparidades”.

Para compreender com maior profundidade as relações entre Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação e a educação, foi realizada uma pesquisa em diversos documentos de várias partes do mundo. Buscou-se, inicialmente, documentos de órgãos globais como a ONU e a UNESCO. Em seguida, foram analisados documentos europeus e australianos – que foram citados como exemplos nos documentos da ONU – passando por documentos asiáticos (que apresentam uma diversidade muito grande de contextos) e, por fim, em documentos africanos.

O intuito dessa pesquisa foi estabelecer as semelhanças e diferenças nas abordagens dessas situações e o status de cada região, que varia de acordo com necessidades específicas que se adaptem ao contexto social no qual está inserido.

Pode-se extrair informações relevantes na medida em que os relatórios expõem fragilidades de sistemas, necessidades, práticas bem-sucedidas e sugestões. Chamam atenção as situações de colaboração entre países, mesmo que a ajuda se encontre em estágios iniciais como no caso de países asiáticos que ajudam diversos países africanos.

Na perspectiva do Brasil a investigação se estendeu a uma breve abordagem sobre a evolução do uso de TDIC no contexto escolar, estabelecendo uma série de comparações com as outras partes do mundo.

É necessário esclarecer que sendo o livro relacionado à videoanálise o produto desta tese, a visualização do impacto de tal material é parte crucial no trabalho, visto que os esforços devem estar em conformidade com as diferentes necessidades existentes no país.

Para isso, o estudo de documentos de países que estão em um patamar diferente (melhor ou pior), contribui para uma confecção que não seja automática e se preocupe, de fato, com a realidade das escolas brasileiras.

3.1 A relevância do uso das TIC no ensino: uma análise global.

Para compreender a importância e a conjuntura da utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) no ensino brasileiro, faz-se necessário uma análise preliminar sobre as diferentes situações ao redor do globo. Evidente que o cenário latino-americano não é igual as outras realidades continentais. Mesmo assim, a comparação e constatação das ações em diferentes contextos é de suma importância para situar esse trabalho, por isso, diversos documentos dos últimos 10 anos foram analisados com base em citações de documentos da ONU.

Em 2015, durante a Conferência Internacional sobre TIC, realizada em Qingdao, na China, foi elaborado um documento (*Qingdao Declaration*) pelos ministros da educação de países associados à Organização das Nações Unidas (ONU), acadêmicos e pessoas ligadas ao setor privado.

Como ressaltado anteriormente, existem fatores característicos dos países que influenciam nos modelos educacionais. Regiões que sofrem com desastres naturais e conflitos podem utilizar as TDIC para garantir, posteriormente, o acesso e continuidade à educação de maneira ágil e eficaz, visto que em muitos casos há impossibilidade de trânsito e falta de estrutura física. Então a colaboração entre governos, instituições de ensino e produtores de tecnologias é essencial para a melhora do processo de inserção das tecnologias em sala de aula.

Os ministros assumiram o compromisso de desenvolver políticas diretas para auxiliarem na potencialização do uso de TIC, contribuindo com o desenvolvimento pessoal e econômico dos países. Dentre os maiores destaques, o aperfeiçoamento na formação de professores é visto como peça central, bem como a continuidade deste processo, ponto destacado em todos os documentos oficiais relacionados às TIC.

Para fortalecer as relações entre países, no âmbito educacional, os Recursos Educacionais Abertos (REA) são primordiais visto que permitem uma fácil disponibilização e oportunizam o acesso aos diversos materiais criados por outros professores e estudantes, sem custos para utilização. Além de, na maioria das vezes, os recursos contarem com a chancela de profissionais alinhados às questões científicas pertinentes ao ensino.

Ao longo do material diversos temas recorrentes nos demais documentos são destacados como a prioridade da inclusão e equidade educacional. As TIC, por promoverem a grande difusão de informações e tornarem os países mais conectados, se tornam fundamentais para a melhora na qualidade de ensino.

Seguindo essa linha, a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), seção ligada à educação da ONU, visa a possibilidade de elaboração de três ações para promover esta cooperação entre países (UNESCO, 2019):

- I. Fundo internacional para auxiliar os países mais atrasados;
- II. Rede mundial de especialistas para dialogar e formular políticas específicas relacionadas às TIC;
- III. Plataforma de intercâmbio para práticas e inovações, baseadas em tecnologias.

Pode-se notar que a preocupação em promover o investimento e diálogo entre especialistas da área tem concentrado esforços por serem tópicos que evidenciam a diferença na abordagem dos diversos países.

Verificando outros arquivos elaborados pela UNESCO, notam-se diversos documentos e trabalhos que destacam a necessidade do desenvolvimento, aplicação e divulgação das TIC com foco no ensino.

A UNESCO apoia os esforços de seus membros para projetar e implementar TICs efetivas, baseadas em evidências, políticas educacionais e planos diretores. A Organização trabalha para garantir que as atividades no local respondam às necessidades exclusivas dos países e das comunidades locais e sejam guiadas por abordagens colaborativas. (UNESCO, 2019)

Os materiais examinados foram elaborados com o objetivo de aprimorar o desenvolvimento e aproveitamento das TIC no contexto educacional de algumas nações pertencentes à UNESCO. Por isso não foram examinados documentos, relacionados ao tema de alguns países que não são membros da organização, como: EUA, Israel, Liechtenstein, Ilhas Cook, Niue e Palestina.

Alguns documentos são amplos e trabalham com um balanço sobre a realidade continental. Outros tem uma abrangência menor e revelam a situação de um grupo de países. Por fim, temos aqueles que focam em, apenas, um país. É importante salientar que existem dados e informações de todos os continentes, alguns de maneira mais completa e outros mais superficiais.

Como já mencionado, as diferenças culturais e de desenvolvimento devem ser levadas em consideração na comparação das realidades. Essa constatação visa destacar que, nos materiais analisados, diversos países têm notórias diferenças de objetivos no uso de TIC relacionadas ao ensino: enquanto alguns têm a meta de comprar computadores e fornecer capacitação profissional, outros discutem pontos mais abstratos como a relação entre gênero e as habilidades necessárias para o desenvolvimento de competências relacionadas às TIC. Essas discussões mais complexas, fazem parte da realidade de países que perceberam as potencialidades das tecnologias há alguns anos e, desde então, colocam em prática.

A escolha das regiões analisadas, bem como a ordem da investigação, foi definida de acordo com os documentos destacados nos arquivos da ONU (para aqueles que possuem destaque, como a Europa e Austrália) e como contraponto, buscou-se interpretar as condições daquelas regiões/países que, ou não eram

citados, ou recebiam destaques negativos. Eventualmente, relatórios citados eram investigados em sequência. Para fins organizacionais, será destacado o nome do documento, bem como o país de origem.

O primeiro material analisado é o “*Survey of Schools: ICT in Education*”, que aborda a realidade europeia das TIC como ferramentas educacionais. Este documento foi executado pela Universidade de Liege em parceria com a *European Schoolnet*, que é uma rede de cooperação entre diversos governos europeus para auxiliar os governos, escolas e professores do continente (EUROPEAN COMMISSION, 2013).

Esse documento foi confeccionado após uma extensa pesquisa que contou com, aproximadamente, 200.000 respostas às mais diversas perguntas pertencentes aos questionários aplicados a professores, estudantes e diretores. Teve como objetivo comparar as situações entre países, bem como compreender a realidade europeia em relação ao uso da TIC como ferramentas educacionais.

No começo do documento algumas dificuldades são levantadas, dentre elas, a constatação que o maior empecilho ao uso das TIC, nas salas de aula europeias, é a infraestrutura insuficiente em determinadas regiões. Além disso, a confiança dos professores em utilizarem a tecnologia nos seus ambientes de trabalho é diretamente proporcional as condições materiais oferecidas. Sendo assim, quanto melhores são os equipamentos disponibilizados, mais formação os professores devem receber, resultando em nível de confiança maior.

Outra situação destacada é que a maior parte dos professores faz uso das TIC de maneira rotineira, porém limita-se ao preparo de aulas e busca de informações. Já a aplicação direta em sala de aula, otimizando a relação professor-aluno, ocorre com menos frequência. Isso representa um desperdício nas potencialidades da tecnologia, que na maioria das vezes acaba se tornando um apêndice para a forma tradicional de aula.

O arquivo traz em seu conteúdo três sugestões para melhorar o uso das TIC: desenvolvimento de políticas específicas de suporte a essas práticas, incentivo à continuidade da formação dos professores e, por fim, equilibrar o uso das TIC em casa e nas salas de aula. Importante salientar a preocupação do continente europeu em

fornecer suporte aqueles países que, por algum motivo, encontram-se atrasados na aplicação da tecnologia em sala de aula.

As políticas europeias devem apoiar todas as políticas acima mencionadas necessárias para impulsionar o desenvolvimento de escolas (...) Atenção especial, deve ser dedicada aos países onde o uso efetivo de TIC no ensino-aprendizagem ainda está muito atrás dos sistemas de educação em outros países. (EUROPEAN COMMISSION, 2013, p. 16)

A metodologia para extrair as percepções sobre algumas especificidades da Europa consistiu em, inicialmente, produzir três questionários aplicados na França e no Reino Unido. Em seguida o material foi traduzido para os demais idiomas dos países participantes da pesquisa e disponibilizados online. No primeiro momento, esse material foi respondido por professores e posteriormente pelos estudantes.

Cada país contou com um representante que reunia as informações das instituições participantes e repassava esses dados para a *Schoolnet* comparar os resultados e realizar os levantamentos estatísticos necessários. As respostas coletadas estão relacionadas a três categorias: Responsáveis pelas escolas, professores e estudantes.

As mais diversas informações (infraestrutura, uso dos equipamentos, atividades baseadas em TIC, desenvolvimento profissional, confiança em usar TIC, estratégias, políticas, suporte, tendências, padrões e perfis) foram condensadas e representadas em gráficos comparativos, evidenciando as diferentes realidades dentro do bloco europeu.

Sobre as principais dificuldades no uso das tecnologias, destacam-se os equipamentos defeituosos ou, que por algum motivo não dão suporte aos *softwares* necessários; a falta de formação e de modelos de utilização das TIC e, também, a resistência das escolas e dos pais pela dificuldade na percepção dos benefícios de tais ferramentas no ensino-aprendizagem.

Conclui-se que as escolas europeias estão em uma situação confortável no uso das TIC, visto que a maior parte dos estudantes europeus conta com o suporte necessário para o desenvolvimento de atividade relacionadas ao tema. Alguns países (Noruega, Dinamarca, Suécia...) destacam-se nas aplicações na escola, relações entre o uso fora e dentro do ambiente educacional e no número de computadores por aluno (EUROPEAN COMMISSION, 2017).

Em continuidade, optou-se por analisar uma região com índice de desenvolvimento semelhante ao europeu (PNUD, 2020, p. 16), por isso, o documento explorado em seguida é o “*Policy Insights: australian students in a digital world*”, escrito para o “*Australian Council for Educational Research*”. Essa publicação busca examinar a situação da Austrália no que diz respeito à utilização das TIC no ensino deste país.

As situações abordadas estão baseadas em diversos registros oficiais australianos, como a “*Melbourne Declaration on Educational Goals for Young Australians*”, que visa determinar a melhora nas escolas australianas em diversos pontos. Ao mesmo tempo, destaca a escola como peça fundamental para uma sociedade justa e democrática (MCEETYA, 2008).

A primeira constatação relevante diz respeito ao investimento: dois milhões de dólares. Esse dinheiro é revertido para compra de, principalmente, computadores. Nota-se que o desenvolvimento da utilização das TIC está atrelado ao investimento consistente em maquinário e capacitação. Além de números elevados, no que diz respeito ao acesso fora da escola. Essa questão está alinhada com as necessidades destacadas por documentos globais relacionados à ONU e já citados anteriormente.

O artigo utilizou como base os dados extraídos de pesquisas realizadas pelo *National Assessment Program (NAP)*, um programa desenvolvido para atualizar e conferir os avanços previstos na *Melbourne Declaration*. Os questionários e atividades propostas eram iguais às propostas nos anos anteriores e contou com diversos métodos de avaliação: múltipla escolha, questões abertas relacionadas ao uso das TIC dentro e fora das escolas, além de atividades que envolviam aplicativos.

Nesse contexto o impacto do contexto socioeconômico na vida acadêmica do estudante, afetando o desenvolvimento de habilidades ligadas às TIC é abordado e a relação entre o nível acadêmico dos pais e as suas profissões interferem diretamente no resultado da pesquisa.

Embora as diferenças variem, o efeito do fator socioeconômico é substancial. Por exemplo, os alunos cujos pais eram gerentes ou profissionais (grupo ocupacional mais alto) tiveram pontuações que foram 83 pontos mais altos no “Ano 6” e 64 pontos mais altos no “Ano 10”, do que alunos cujos pais eram trabalhadores não qualificados, funcionários de escritório, vendas e de serviço (menor grupo ocupacional) (THOMSON, 2015, p. 6)

Pode-se notar que diversas questões sociais, principalmente as diferenças entre regiões do país e de gênero são salientadas. Por exemplo, na média geral dos

testes aplicados, as estudantes do sexo feminino obtiveram uma performance significativamente melhor que os estudantes do sexo masculino. A revisão dos dados também apresenta a seguinte informação sobre esse tema: as meninas são mais confiantes em suas competências relacionadas às habilidades básicas em TIC. Já os meninos, apresentam mais confiança em habilidades avançadas como programação.

Dentre as principais dificuldades apontadas pelos estudantes sobressaem as questões referentes à falta de habilidades em TIC por parte dos professores. Por sua vez, os docentes apontam o pouco tempo para preparo e de aplicação de atividades, além da falta de treinamentos específicos que forneçam subsídios necessários para o aprimoramento profissional.

Novamente a qualidade da formação dos professores ganha destaque e, desta vez, essa questão é analisada pelos próprios estudantes como um ponto determinante para o avanço das aplicações de tecnologias em sala de aula.

Os relatos dos estudantes destacam quatro utilizações principais das TIC, em solo australiano (as mesmas apontadas por estudantes de outros países em relatórios que analisam o contexto global): elaboração de relatórios, apresentações, planilhas e trabalhos cooperativos.

Essas condições colocam a Austrália como um dos países que detém maior grau de proficiência em habilidades avançadas, no que diz respeito às TIC. Isso é reflexo de uma política de investimentos. A média de estudantes por computador, nesse país, é de três para um. Já no resto do mundo, essa relação aumenta significativamente: 18 para um. Por isso, mesmo com diversos obstáculos, a Austrália obtém progressos significativos na aplicação de tecnologias em salas de aula.

Essa situação pode ser reflexo de dados interessantes sobre o acesso a computadores e TIC. Os estudantes têm acesso à essas tecnologias, fora do ambiente escolar. Nas escolas, a maior parte dos estudantes possui acesso a: tutoriais, jogos de aprendizagem digital, editor de texto, planilha eletrônica, ferramentas para produção multimídia, *software* de apresentação, *software* de comunicação de gráficos e desenho (THOMSON, 2015, p. 12).

Finalizando a revisão sobre este trabalho, é importante salientar que, ao mesmo tempo em que enaltece a situação australiana em relação ao uso das TIC, chama atenção para outras questões. A principal delas é que, embora os alunos

tenham um domínio consistente de funções básicas das TIC, apresentam habilidades deficitárias em atividades mais complexas.

Sobre a utilização das TIC no continente africano é de suma importância destacar dois programas. O primeiro chama-se *“Enhancing Teacher Education for Bridging the Education Quality Gap in Africa”*, que é um projeto originado pela parceria UNESCO/China Funds in Trust. Esse plano visa a melhora na qualidade da educação na África e estabeleceu atividades em oito países, inicialmente: Costa do Marfim, Etiópia e Namíbia em 2012; Congo, DR Congo, Libéria, Tanzânia e Uganda em 2013. Mais tarde, outros dois países juntaram-se à proposta: Togo e Zâmbia.

A proposta sempre esteve de acordo com o conteúdo do *“Millennium Development Goals”*, destacando a relevância das TIC para o ensino e aprendizagem. Obviamente, cada lugar tem suas peculiaridades e por isso as necessidades deveriam ser consideradas para a elaboração de um plano de ação. O foco do projeto não era, exclusivamente, a discussão em torno das TIC, por isso as informações destacadas nos próximos parágrafos foram pinçadas de maneira que o foco deste trabalho (TIC) esteja em evidência.

Dos países citados, a Etiópia foi o primeiro a estabelecer uma conexão entre melhora na educação e o uso das TIC. Ao mesmo tempo, prezava pelo investimento na continuidade de formação dos professores e no fortalecimento dos espaços de formação.

Na Namíbia, mais de 100 professores de 5 instituições de ensino foram selecionados, em 2018, para compreenderem e discutirem a inserção das TIC, bem como suas consequências e necessidades nas escolas da região. Duas instituições de ensino superior estiveram envolvidas no processo: Universidade da Namíbia e a Universidade de Ciências e Tecnologia da Namíbia.

Na Tanzânia, também em 2018, 75 educadores receberam treinamentos específicos para a utilização de TIC. Essas questões estavam relacionadas a diversos tópicos de interesse como: aumentar a motivação, colaboração e interação entre os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

A UNESCO elaborou um documento que aborda 12 competências divididas em 44 objetivos, para o uso das TIC na Zâmbia. Na continuidade do processo, 35 professores, das mais diversas disciplinas, receberam treinamentos especiais no que

diz respeito às tecnologias de informação e comunicação. Dentre os parâmetros apresentados, destacam-se o uso das TIC para o ensino e aprendizagem e a colaboração entre professores.

Alguns países, como o Congo, receberam um suporte inicial no desenvolvimento de habilidades, visto que tinham necessidades mais básicas do que outros lugares. Na Libéria, dois treinamentos foram realizados para 80 professores em formação com o objetivo de apresentar e potencializar a utilização das diversas tecnologias no ensino.

A segunda ação analisada se chama "*ICT - Transforming Education in Africa*", que é originada pela cooperação UNESCO/Korea Funds in Trust. Esse projeto conta com um orçamento de seis milhões de dólares, desenvolvido ao longo de 4 anos (2015-2019) em três países: Moçambique, Ruanda e Zimbábue.

Dentre os principais objetivos encontram-se: melhorar a qualidade da educação com iniciativas ligadas às TIC, construir laços de cooperação entre os países africanos e a Coreia do Sul e fortalecer a questão das TIC em documentos oficiais dos países citados.

Em Moçambique, 400 professores receberam treinamento pedagógico para o uso das TIC, ligados a 16 habilidades básicas. Os trabalhos em tecnologias estabeleceram relações com questões mais presentes na sociedade como o mercado de trabalho. Foram desenvolvidos 45 planos de aula para utilização em sala de aula.

Especialistas de uma Universidade sul coreana treinaram 60 pessoas ligadas à Universidade de Ruanda, em cursos para ensinar sobre o uso de dispositivos tecnológicos para a educação. Dentre os tópicos trabalhados destacam-se o uso de dispositivos móveis para o ensino e aprendizagem; aplicação de multimídia e simulações; criação de aulas digitais, dentre outros.

No Zimbábue, os objetivos eram mais modestos. Após o recebimento de equipamentos e treinamentos, 20 professores puderam compartilhar suas experiências relacionadas ao uso das TIC. Além disso, estudantes selecionados de diversas instituições puderam aprimorar suas habilidades em tópicos como: desenvolvimento de aplicativos, pesquisas de mercado, investimentos e marketing.

Essas tendências podem ser observadas em outros países. Na Índia, por exemplo, desde 1986 existe um documento que recebe alterações conforme os

desafios e necessidades daquele país. Em 2012 ganhou uma nova versão intitulada: “*National Policy on Information and Communication Technology (ICT) In School Education*”. Esse arquivo está em consonância com os pontos abordados na “*National Curriculum Framework*” de 2005, sendo um documento oficial que rege as políticas educacionais do país.

Importante salientar a relevância das TIC, no país indiano, há que se constata há mais de uma década.

O desenvolvimento de áreas científicas, fornecendo acesso a kits de experimentação científica e laboratórios, nas áreas rurais também são formas importantes de tratamento equitativo para a aprendizagem de ciências. As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) são uma importante ferramenta para atenuar as divisões sociais. As TICs devem ser usadas de tal maneira, que se torne um equalizador de oportunidades fornecendo informação, comunicação e recursos computacionais em áreas remotas. As TICs, se usadas para conectar crianças e professores com cientistas que trabalham em universidades e instituições de pesquisa, também ajudariam a desmistificar os cientistas e seu trabalho. (INDIA, 2005, p. 49)

Este material corrobora a importância da discussão referente ao desenvolvimento de uma política ligada à Tecnologia de Informação e Comunicação, destacando o poder desses recursos como catalisador dos avanços sociais e, também, símbolo de equidade nas escolas indianas.

Os objetivos gerais do governo indiano englobam a proficiência da população no uso da TIC, promover o acesso as diversas tecnologias existentes, proporcionar um ambiente de colaboração tornando a utilização das tecnologias um processo orgânico e desenvolver os usos de maneira que estudantes, professores e a comunidade possam estabelecer vínculos e trocar experiências.

A principal vantagem destacada é a disseminação de informações de maneira mais prática e eficaz. Uma das diferenças deste documento, em relação aos outros, é a constatação da falta de materiais concebidos nos diversos idiomas da Índia. Logo, as TIC surgem como aliadas na difusão de conhecimento visto que, pela facilidade de alteração nas tecnologias de informação e comunicação, o obstáculo “idioma” pode ser contornado de maneira mais competente.

Dentre os documentos e trabalhos analisados, o arquivo elaborado pelo governo indiano (INDIA, 2012) é o único a apresentar os níveis de utilização das TIC de maneira bem definida:

- I. Básico: Comandos básicos que não necessitam de uma formação mais robusta. Ex: escrever, salvar, ligar, desligar, acessar *Internet* etc.
- II. Intermediário: Comandos dependentes dos anteriores, mas complementares e de ação efetiva e mais completa. Ex: criar e administrar conteúdos, instalar, desinstalar etc.
- III. Avançado: Comandos que apresentem o domínio de funções de todos os níveis de complexidade. Ex: usar *softwares* para aprender, aplicar, avaliar, cooperar, resolver problemas etc.

Sendo esses níveis subjetivos, sofrem alteração por diversos motivos como a região, índices de desenvolvimento, conexão e por várias situações particulares. Como destacado anteriormente, o objetivo do governo é que os estudantes do ensino secundário se enquadrem no nível avançado.

A formação e suporte aos professores é visto como pré-requisito para o sucesso do programa. Outras questões são abordadas: crianças, inclusão (com equipamentos em Braille) e o potencial da TIC para o ensino à distância.

Os aspectos práticos como, *hardware*, *software*, conectividade e infraestrutura, são ressaltados como necessários para o sucesso no desenvolvimento do programa relativo às TIC. Na parte final do trabalho a divisão de responsabilidades organizacionais são destacadas e, dentre todas as medidas, a que mais se sobressai é a definição de normas desenvolvidas, em conjunto, por diversas agências (regionais e nacionais).

O documento asiático, por sua vez, apoia-se na “Agenda 2030”, um conjunto de ações ligadas a 17 áreas principais, que visa estabelecer planos de ação para fortalecer a liberdade e ações de interesse social (ONU, 2015). Foi desenvolvido através de uma parceria entre os governos do continente e a UNESCO Bangkok.

Entre as primeiras constatações, destaca-se o poder de inclusão e de aproximação com áreas remotas e zonas de conflito que as TIC apresentam. Além disso, as tecnologias estão alinhadas com os objetivos do “*Sustainable Development Goal 4 – SDG4*”, que visam “garantir uma educação de qualidade inclusiva e equitativa e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.” (ONU, 2015).

De acordo com a SDG30, as TIC têm envolvimento direto com cinco áreas prioritárias:

- Transformar e expandir o TVET (*Technical Vocational Education and Training* – Ensino técnico e vocacional, ligados ao mundo do trabalho e contextos formais e informais.) e o ensino superior;
- Melhorar a qualidade do professor;
- Melhorar o acesso e qualidade da educação secundária;
- Permitir a aprendizagem inclusiva e equitativa;
- TIC para supervisão e avaliação dos diversos projetos ligados à educação.

A estratégia de ação foi elaborada pelos estados membros e passou por uma série de revisões, divididas de acordo com o grau de prioridade.

O estudo teve dois métodos principais: uma revisão da literatura relevante e uma pesquisa. Este último foi enviado a 46 Estados-Membros na região Ásia-Pacífico. Foram recebidas 26 respostas, que foram analisadas em relação à integração das TIC na educação, como forma de auxiliar na consecução dos ODS4 na região. A Análise de Importância-Desempenho (IPA), que examinou a diferença entre a importância percebida e o nível atual de desempenho para uma série de metas do ODS4, foi usada para identificar as áreas que requerem ação prioritária. (UNESCO, 2018, p. xii)

Dentre as ações dos países membros estão as ações de TIC alinhadas às políticas educacionais de cada país, compartilhar as informações, potencializar a utilização das TIC no ensino técnico, desenvolver padrões de abordagens na utilização das TIC, combater a divisão de aprendizagem e monitorar práticas relacionadas às TIC.

Determinadas regiões da Ásia são mais avançadas do que outras no que diz respeito às matrículas em instituições de ensino. No ensino primário, a taxa de matrícula é de aproximadamente 100% em todas as sub-regiões. Já sobre o terceiro grau, as regiões que possuem uma maior porcentagem de estudantes são as regiões leste, sudeste e pacífico. Dentre os países com melhor índice de estudantes matriculados está a Coreia do Sul, aparecendo 4 vezes no top 5 de cada nível de ensino. Em se tratando de países com baixo índice de matrículas, o país que conta com a menor porcentagem é o Paquistão.

Considerando as diferenças culturais e estruturais das regiões, para compreender a situação das TIC os pesquisadores analisaram diversos dados:

acesso à *Internet*, sistemas móveis, infraestrutura e competências de alunos e professores.

A primeira medida foi levantar o percentual sobre a utilização da *Internet* nas diversas regiões em comparação com a média mundial. Novamente os países localizados nas regiões leste, sudeste e pacífico apresentaram os melhores resultados, contrastando com as regiões sul e centro. No que diz respeito ao uso de aparelhos eletrônicos, nota-se que 84% das famílias possuem celular e 39% computadores. Esses dados são restritos a alguns países (UNESCO, 2018).

Em alguns países (Bangladesh, Butão, Camboja, Índia, Laos, Mianmar e Nepal) as escolas não tinham, necessariamente, acesso à eletricidade. Em contrapartida, um dado que chama atenção é que todas as escolas avaliadas em Brunei, Coreia do Sul e Cingapura usam a *Internet* para fins didáticos.

Para coletar os dados referentes ao uso das TIC, foi enviada uma pesquisa para 46 países asiáticos. O mais bem avaliado (índice de 8,84) foi a Coreia do Sul e o pior foi o Afeganistão (índice de 1,73). Cerca de 67% dos países contam com algum tipo de política focada em TIC e aproximadamente 76%, citaram a presença das TIC em planos nacionais.

Os pesquisadores avaliaram as TIC como grande aliada aos objetivos da SDG4, com uma possibilidade menor nos anos iniciais de ensino e os Recursos Educacionais Abertos (REA) foram destacados como ferramentas fundamentais para melhorar o acesso à educação. Dentre os empecilhos citados para trabalhar com TIC, os principais são: falta de investimento, baixa conectividade, baixa competência e motivação dos professores e falta de conteúdo educacional.

Dentre as principais considerações, destaca-se que o uso das TIC possui grande destaque para a redução entre as divergências nas áreas urbanas e rurais, incluindo diversos projetos de investimento (como no Quirguistão). O apoio para o aprendizado virtual também recebe atenção, bem como a questão de gênero, que em diversos países ainda persiste.

Sobre a questão dos professores, nota-se que 50% da formação dos docentes é feita de maneira presencial e 50% de maneira combinada (semi e presencial). Nenhum país oferece o treinamento inteiramente online. Aproximadamente 60% dos países alegam ter plano de treinamento para seus professores.

O documento ressalta que o professor está no “cerne da qualidade da educação” e, por isso, devem receber uma formação em TIC de qualidade. Logo, uma das principais ações é o investimento nos docentes, em um processo de formação contínua.

Relacionando os documentos analisados de diversas partes do mundo e fazendo um comparativo com as necessidades internacionais, podemos perceber diversos pontos em comum que surgem com grande impacto para todas as realidades.

O primeiro grande destaque fica por conta do treinamento e formação continuada dos professores. Em todos os documentos esse parâmetro aparece como primordial na potencialização do uso de tecnologia no ensino. Obviamente como o docente é um ator importante no processo de ensino e aprendizagem, a qualificação deste profissional é importante para as exigências, cada vez maiores, por parte das escolas e famílias.

No documento australiano, notamos que os estudantes relacionam seu nível de proficiência em habilidades relacionadas às TIC com o grau de competência do professor. Além disso, os programas de implementação, que ocorrem principalmente na África, buscam fornecer essa capacitação no início dos processos. Isso é realizado com o intuito de otimizar o tempo de execução e possibilitar um treinamento mais completo para os profissionais que irão desenvolver os projetos nos vários países mencionados, do continente africano.

Em seguida, a infraestrutura também surge como foco de discussão em diversos países. Nota-se que o aporte em regiões mais desenvolvidas, economicamente falando (Europa, Austrália, Sudeste asiático etc.) está voltado para a capacitação de pessoas envolvidas no processo educacional.

Já em países com índices de desenvolvimento mais modestos o investimento ocorre, principalmente, na própria compra de eletrônicos. Esse fato mostra a diferença na condução dos processos e revela o motivo da diferença estrutural entre os países.

Como cada região tem suas peculiaridades, evidentemente que as ações devem ser diferenciadas e as TIC surgem como forte aliada em uma questão fundamental e prioritária: a equidade. Destacado nos principais documentos relacionados à educação (ONU, 2015; UNESCO, 2018). A compreensão das

necessidades exclusivas de certas regiões permite que planos sejam desenvolvidos de maneira que a melhora no ensino e educação ocorra de maneira mais efetiva.

Nesse contexto, as tecnologias de informação e comunicação funcionam como instrumentos que facilitam a disseminação de informação e na adaptação de materiais às diversas realidades e exigências. Um exemplo mais claro dessa questão são as impressoras em braile que estarão disponíveis em todos os ambientes educacionais da Índia (INDIA, 2012). Essa e outras atitudes demonstram preocupação com as pessoas que tem algum tipo de deficiência, adaptando os materiais à necessidade das pessoas através do investimento em TIC.

O documento europeu (EUROPEAN COMMISSION, 2017) e o australiano (THOMSON, 2015), mostram a relação entre o uso de tecnologia nas escolas e casas dos estudantes. A familiarização dos estudantes com as tecnologias é diretamente proporcional à utilização em casa, sendo que aqueles com contato mais rotineiro possuem mais condições de desenvolverem suas habilidades relacionadas às TIC.

As tecnologias são peças principais em um ciclo de formação e difusão de conhecimentos entre instituições e professores. Depois de passar por treinamento, o professor obtém a capacidade de desenvolver práticas e materiais que podem ser disponibilizados e aprimorados por outros profissionais. Essas situações permitem o aperfeiçoamento, bem como a formação de outros profissionais que participarão como agentes do mesmo processo. Portanto, a troca de conhecimentos e o refinamento se tornam constantes e orgânicos, melhorando cada vez mais a disseminação de conteúdos de qualidade na rede mundial de computadores.

Em relação ao alcance da educação salienta-se em diversos documentos (UNESCO, 2015; UNESCO, 2018) que o potencial da tecnologia está, justamente, em levar informações para regiões carentes de qualidade de ensino. Situações que podem ter relação com desastres naturais, conflitos ou áreas afastadas, como as rurais.

Com cursos de formação e profissionais capacitados, o processo de transformação do conhecimento pode ser realizado em condições, se não ideais, razoáveis nessas áreas que não contam com o suporte ideal de instituições que ofereçam infraestrutura de qualidade.

Encontram-se dados, situações e informações que projetam o uso de tecnologia da informação e comunicação como parte primordial nas mudanças dos processos ao longo do século XXI, em conformidade com o avanço tecnológico dessa geração. Contudo, as instituições responsáveis pelos documentos das diversas regiões analisadas levantam pormenores característicos e mostram as nuances pertencentes a cada realidade.

Isso ressalta o poder transformador, cada vez mais utilizado, das TIC que passam do status de novidade para uma ferramenta necessária e, até certo ponto, obrigatória no desenvolvimento de um país.

E no contexto brasileiro? Quais as utilizações e necessidades relacionadas ao tema?

3.2 A relevância do uso das TIC no ensino: uma análise nacional.

Como visto anteriormente, o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação é tido como um dos principais aliados na disseminação de conteúdo e práticas pedagógicas no mundo. Além disso, permite que materiais sejam desenvolvidos e oferecidos em repositórios online, garantindo o acesso livre destes materiais.

Cada parte do mundo aborda essa questão de uma maneira específica que se adequa aos interesses e necessidades sociais. Enquanto certas regiões têm preocupações mais profundas (produção, trabalho colaborativo entre estudantes, fluência dos professores nos meios digitais), outros ainda engatinham na abordagem das tecnologias em sala de aula (instalar computadores nas escolas, garantir o acesso e melhorar conexões).

Pode-se notar que essas iniciativas resultam de esforços sociais que envolvem governos, universidades, escolas, professores, estudantes e famílias. Essa constatação reforça a importância de cada envolvido no processo de ensino e aprendizagem.

Para concluir a análise e direcionar a discussão para uma realidade mais próxima é necessário abordar as questões relativas ao Brasil. A utilização da informática no Brasil começa nos anos 70, baseada em práticas inovadoras de outros

países e voltadas para os cursos de graduação relacionados às ciências da natureza, mais especificamente física e química (VALENTE; ALMEIDA, 1997).

Durante praticamente uma década, a informática foi utilizada nos ambientes universitários para análise e modelagem computacional e não havia discussões significativas sobre o impacto educacional dessas ações.

O I Seminário Nacional de Informática na Educação em 1981, que aconteceu em Brasília, foi o evento que marcou o aumento na abrangência do uso de informática na educação básica, pontuando questões que nortearam as primeiras aplicações em sala de aula (BRASIL, 2009).

Em dezembro de 1981, foi divulgado o documento “Subsídios para a Implantação do Programa Nacional de Informática na Educação”, que apresentou o primeiro modelo de funcionamento de um futuro sistema de informática na educação brasileira, elaborado por aquela equipe. Esse documento recomendava que as iniciativas nacionais deveriam estar centradas nas universidades e não diretamente nas Secretarias de Educação, pois era necessário construir conhecimentos técnico-científicos para depois discuti-los com a sociedade brasileira. (BRASIL, 2009, p. 13)

Pode-se notar que a academia ocupava um lugar de destaque nas condições de desenvolvimento, aplicação e formação de profissionais que viessem a conduzir os processos que envolviam o uso de computadores.

O projeto EDUCOM teve início após os dois primeiros seminários nacionais de informática e foi realizado, com o apoio do CNPq, em cinco universidades públicas brasileiras. Essas ações foram realizadas em escolas públicas e foram alvo de análises que originaram algumas teses e dissertações (BRASIL, 2009; VALENTE, 2006).

Para abastecer os polos de ação do projeto EDUCOM, foram necessários diversos cursos formadores, originando assim o FORMAR. Essa proposta de capacitação profissional teve início no final dos anos 80 sendo uma recomendação do Ministério da Educação e tendo como principal polo a Universidade de Campinas (UNICAMP) e era ministrado por professores/pesquisadores envolvidos no projeto anterior (BRASIL, 2009).

Diversas ações foram realizadas para formar, abastecer o sistema e replicar os efeitos em diversas situações, incluindo o estabelecimento de parcerias com outros países, como o México, originando o projeto Coeiba. As ações se limitaram a utilizar informática, adequando seus usos de acordo com a realidade dos países. As conclusões extraídas das aplicações foram condensadas em um documento que

serviu de base para uma aplicação internacional, que envolveu diversos países do continente americano (MORAES, 1997).

Seguindo a tendência, o governo brasileiro toma para si a condução dos estudos referentes ao uso das tecnologias, dando início ao Programa Nacional de Informática Educativa (PRONINFE) em 1989.

O Programa Nacional de Informática Educativa - PRONINFE - busca, prioritariamente, incentivar a capacitação contínua e permanente de professores, técnicos e pesquisadores no domínio da tecnologia de informática educativa, em todos os níveis e modalidades de ensino, reconhecendo sua importância como instrumento capaz de enriquecer as estratégias pedagógicas e de estimular o surgimento de novas metodologias incentivadoras da participação, da criatividade, da colaboração e da iniciativa entre alunos e professores. (BRASIL, 1994, p. 9)

Tendo em vista o planejamento de aplicação e introdução dos computadores em ambiente escolar, foram criados três centros específicos para a aplicação do PRONINFE: Centro de Informática na Educação Superior (CIES), Centro de Informática na Educação de 1º e 2º grau (CIEd) e o Centro de Informática na Educação Técnica (CIET).

Cada centro era de responsabilidade de uma instituição pré-definida, sendo os CIES de responsabilidade de uma universidade que deveria estudar e fornecer suporte para os outros centros de informação. Os CIEd estariam sob o encargo dos governos estaduais e municipais tendo como objetivo contribuir para a formação tecnológica da população, alunos e professores. Já os CIET seriam de responsabilidade de escolas técnicas federais (CEFET) e aplicavam, de maneira técnica, os conceitos computacionais. Isso potencializava a formação profissional, contribuindo para a qualificação e preparo para o mercado de trabalho.

Para nortear a abordagem e facilitar a aplicação dos projetos em vigor, em 1991 foi apresentado o plano de ação integrada (PLANINFE) garantindo a conexão entre educação e informática.

O documento ressaltava que a simples inclusão de computadores nas escolas não satisfaria a condição de acréscimo na qualidade dos processos educacionais.

Não se imagina, porém, que a renovação mencionada se reduza à simples introdução de computadores nas escolas, como mais um recurso a disposição do modelo convencional de ensino-aprendizagem. Consistentes linhas de pesquisa e aplicação vêm se desenvolvendo na área da informática educativa, no Brasil e no exterior, e nos indicam que o uso dos computadores está contribuindo para repensar o próprio modelo de ensino-aprendizagem. Essa tecnologia - sobretudo no que toca ao domínio de linguagens e habilidades de programação - está exigindo que os educadores se debrucem sobre os processos da aprendizagem humana e da construção do conhecimento e os redescubram em seu caráter de questões essenciais da

educação em geral e, particularmente, da educação escolar. (PLANINFE, 1991, p. 1)

No ano de 1997, foi criado pelo governo federal o Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo), que tinha como objetivo garantir a aplicação da informática no ensino fundamental e médio de escolas públicas (MENEZES; SANTOS, 2001). Essa utilização estava restrita à inclusão das ferramentas computacionais e em 2007, 10 anos depois, houve uma alteração para garantir o uso pedagógico das TIC.

A coordenação geral do programa era de responsabilidade federal, mas sua aplicabilidade seguiu como tarefa dos estados e municípios (BRASIL, 2009). A utilização de recursos tecnológicos nas escolas brasileiras foi construída, notadamente, por etapas bem definidas: estudo, formação, inserção de materiais e aproveitamento pedagógico.

Fica evidente que implantação das TIC foi executada de maneira lenta e gradual e se estende até os dias de hoje. Mas chama atenção o fato de que, apenas, em 2007 (MENEZES; SANTOS, 2001) a mescla entre tecnologias e metodologias educacionais foi definida como prática necessária em sala de aula.

É notório que o desenvolvimento tecnológico foi mais acentuado nos últimos anos, mas em diversos artigos recentes (CASTAGINI-PADILHA, 2014; OSTERMANN *et al*, 2009; SÁNCHEZ, 2007; OSORIO *et al*, 2019) as preocupações ainda giram em torno de dificuldades em implementação, concepções dos estudantes, concepções dos professores e demais temas mais superficiais e básicos. Em comparação com as outras partes do mundo analisadas nota-se uma proximidade, da realidade brasileira, aos países mais pobres, questão evidente pelas práticas e preocupações discutidas.

Enquanto na Europa, Austrália e países asiáticos desenvolvidos as preocupações se voltam para trabalhos cooperativos, análise de resultados, pesquisas de opinião, desenvolvimento de ferramentas e questões de gênero, nós estamos preocupados em fornecer subsídios teóricos para os professores.

Para ilustrar essa discrepância entre a importância dada ao uso de TDIC na educação (quando comparamos o Brasil aos países com maiores Índices de Desenvolvimento Humano), pode-se discutir o uso do *Tracker*, que é o *software* de videoanálise norteador deste trabalho. Este programa foi criado em 2009 (BROWN; COX, 2009) apenas dois anos depois do decreto nº 6.300 que permitiu a reestruturação do ProInfo.

Ou seja, enquanto nos EUA a videoanálise estava sendo discutida, nós estávamos “percebendo” o potencial das diversas ferramentas tecnológicas no contexto educativo.

Em contrapartida, situações elementares como a construção de ambientes educacionais equipados com computadores e demais objetos eletrônicos foi previsto no PRONINFE.

No que se refere aos equipamentos, o PRONINFE buscava uma configuração básica de custo reduzido, que pudesse ser expandida modularmente e capaz de suportar a implantação dos laboratórios das escolas. Pretendia, também, incentivar discussões e divulgações de tendências pedagógicas baseadas na utilização de equipamentos produzidos pela indústria nacional, obedecendo padrões próprios, buscando, portanto, a definição do equipamento a ser utilizado pela informática educativa no Brasil, em consonância com a política de reserva de mercado vigente naquela época. Propunha, ainda, que o MEC atuasse como mediador e indutor do processo de informatização da educação brasileira, incentivando a indústria nacional a adequar os seus equipamentos aos padrões que viessem a ser definidos pela comunidade científica nacional em função de objetivos pedagógicos. (MORAES, 1997, p. 19)

Em 2005 foi criado, no Brasil, o Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br) com o intuito de acompanhar a situação das TIC no contexto brasileiro.

Desde sua criação, disponibiliza pesquisas referentes a tecnologia de maneira geral, mas alguns dados voltados para o ensino chamam atenção. O levantamento de dados geralmente é realizado com estudantes, professores, coordenadores e diretores das escolas quando o foco são as zonas urbanas. Para a pesquisa da rural, o contato é restrito ao telefone.

Confrontando os objetivos dos relatórios de 2010 com o de 2018, notamos uma revolução na maneira de abordar e incluir TIC nos ambientes escolares. Enquanto no primeiro buscava “desenvolver e disseminar conhecimento sobre a rede brasileira e prover subsídios para que políticas públicas possam ser geradas e orientadas”, as preocupações do último relatório são mais profundas.

Estamos diante de inúmeras oportunidades para a consolidação de uma *Internet* que privilegie a inovação e o desenvolvimento social e econômico. O novo cenário também apresenta riscos, os quais devem ser mitigados por meio de políticas que sejam inclusivas e que avancem na proteção da privacidade e da confiança dos usuários no ambiente on-line. Com a criação da Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital), lançada em 2018, temos um marco de referência para os próximos anos, o que permitirá aos atores relevantes estabelecerem ações mais coordenadas, efetivas e

eficientes. Cabe ressaltar, ainda, os avanços no Plano Nacional de *Internet das Coisas*, que atualiza as políticas do setor frente a temas emergentes. (CGI, 2018)

Os dados mostram que as escolas brasileiras passaram pelo período de adequação e a grande maioria apresenta computadores. Porém, a questão da conectividade ainda surge como um obstáculo a ser superado.

Os professores, embora não tenham suporte e formação continuada, apresentam projetos inovadores que sustentam a ideia de fluência digital (CGI, 2018). O problema é que esse aspecto não se relaciona com as necessidades do aluno, dificultando o desenvolvimento de habilidades dos estudantes.

Obviamente, o processo de aprendizagem depende de diversos parâmetros e, não só, a habilidade dos professores com as TIC. É importante para a formação do estudante que ele tenha contato com as tecnologias fora do ambiente escolar.

Em 2005, apenas 13% das casas possuíam *Internet*. Já em 2018 esse número saltou para 67%. Isso representa um aumento no contato de estudantes com TIC em ambientes informais. Essa informação ganha relevância quando estudos mostram que quanto maior o contato com TIC fora do ambiente escolar, melhor é a utilização das tecnologias em sala de aula (THOMSON, 2015).

Os relatórios atuais elaborados pelo Cetic.br são separados em duas realidades: escolas urbanas e rurais. Os dados mostram uma discrepância entre os dois sistemas. Enquanto nas escolas urbanas 99% possuem computador, nas rurais esse número cai para 43% e 15% não possui acesso à *Internet*.

A situação precária das escolas rurais tem é um tema de destaque dentro do relatório elaborado em 2018. As condições que dificultam a parceria entre ensino e tecnologias estão ligadas, em geral, à falta de equipamentos e dificuldades nas conexões. Esses percalços influenciam diretamente na aplicação da BNCC nessas escolas, visto que a um dos grandes eixos diz respeito à “tecnologia e cultura digital”. A quinta competência geral, dos anos finais, afirma que nesse período os estudantes devem aprofundar o contato com a tecnologia em sala de aula.

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e

disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva. (BRASIL, 2020, p. 9)

Cabe salientar o impacto social que o uso de TIC, em ambiente educacional ou doméstico, causa nas comunidades agrícolas. As desigualdades entre grandes cidades e pequenos povoados sempre existiu, porém, essa condição tem sido amenizada pela introdução das tecnologias no ambiente rural (SIFUENTES; RIBAS; BIANCHINI, 2019).

Novamente, a disponibilização dos equipamentos de maneira desconectada das práticas não contribui de maneira a explorar todo o potencial do ensino agregado às Tecnologias de Informação e Comunicação. Faz-se necessário, portanto, a capacitação de professores e a aproximação das pequenas localidades com os ambientes acadêmicos.

É flagrante que no estágio atual de desenvolvimento, as escolas rurais e urbanas têm uma grande diferença na qualidade de exploração dos recursos computacionais. Inevitavelmente as ações tomadas, para remediar tal situação, devem ser diferentes para garantir o avanço constante na qualidade do ensino e, futuramente, a equiparação entre escolas.

Fazendo uma interrupção no levantamento sobre a evolução das TIC no Brasil, ressalto que a elaboração do livro sobre videoanálise pode contribuir pela liberdade de prática que possibilita. O livro contempla práticas simples, médias, desafiadoras que podem ser guiadas pelas próprias sugestões de uso. Mesmo que o foco não seja a formação de professores, o produto desta tese acaba contribuindo e influenciando no desenvolvimento profissional dos docentes que vierem a utilizar tal material.

Sobre a formação continuada, apenas 30% dos professores das zonas urbanas têm ou tiveram cursos relacionados à TIC, durante a docência. Nas zonas rurais, esses números despencam para 16%. Este trabalho, contribui de maneira significativa pois as práticas e materiais podem ser disponibilizados e trabalhados sem o uso de *Internet*.

Para superar essa dificuldade o trabalho colaborativo entre pares surge como alternativa para o desenvolvimento e suporte de atividades relacionadas às TIC. No

entanto, os valores relativos ao trabalho em conjunto mostram que os docentes necessitam reforçar a rede de contribuições. Os índices de troca de mensagens em fóruns, por exemplo, mostram que apenas 40% dos professores participam e utilizam esse recurso para colaborar no uso dos recursos tecnológicos.

O aumento no número de escolas equipadas com computadores e *Internet* aumentou e com isso a utilização por parte dos professores também apresentou crescimento. Porém, as conclusões do relatório de 2018 mostram que essa inclusão de habilidades computacionais está restrita a pontos burocráticos, como: lista de presença, elaboração de aulas e controle dos professores. Assim o relacionamento e trabalho conjunto entre professores e estudantes, fica em segundo plano.

Possivelmente, os docentes utilizam tecnologias para planejar atividades, para expor conteúdos e fazer pesquisas com os alunos sobre conteúdos trabalhados durante as aulas, inclusive com o uso de seus próprios dispositivos. Entretanto, devido às dificuldades para compartilhamento da rede, tais atividades nem sempre contam com a participação mais direta dos alunos, especialmente quando ocorrem no espaço da sala de aula. (CGI, 2018)

Para reforçar essa afirmação basta olharmos para os tipos de atividades que os estudantes realizam quando utilizam as TIC. Cerca de 90% dos alunos utilizaram os recursos para assistir vídeos, pesquisar e enviar mensagens. Em se tratando de produzir material e usar os conhecimentos de maneira substancial, os números giram em torno de 45%.

Isso está diretamente ligado à condição de uso dos materiais existente na rede, para contribuir na busca de referências e de práticas. Esse fenômeno ocorre com estudantes também, visto que o número de alunos que utilizam materiais disponíveis é muito maior que o que estudantes que produzem (CETIC, 2018).

Os dados mostram que em três anos (2015-2018) o número de professores que consideraram que aprenderam através de vídeos da *Internet* aumentou 25%. Em se tratando do suporte oferecido pelas instituições, percebe-se uma discrepância relevante entre escolas públicas e particulares. Enquanto nas instituições particulares 60% dos professores contam com auxílio da coordenação, nas públicas esse valor despenca para 35%.

Apesar de uma integração consciente entre as atividades envolvendo tecnologia e as demandas do currículo baseado em competências, nem todos os docentes utilizam plenamente os recursos tecnológicos disponibilizados. Por exemplo, a lousa digital é frequentemente utilizada apenas como equipamento de projeção de imagens, e não como ferramenta interativa. Alguns professores são, ainda, resistentes às mudanças (tensão atores-ferramentas). (IPEA, 2016)

A resistência citada, pode estar relacionada às falhas na formação ou no suporte formativo das instituições que disponibilizam os equipamentos. Confirma-se então a impressão de que as escolas foram equipadas com acessórios tecnológicos, mas a formação e amparo ao profissional ficou em segundo plano.

As exigências curriculares, marcadas pelo excesso de conteúdos que precisam ser ministrados também é um fator crucial na subutilização das TIC nos anos finais do ensino básico, visto que o uso das tecnologias não é obrigatório (IPEA, 2016).

Ao longo dos anos houve grande mudança no cenário nacional no uso de informática na educação. Mesmo assim, é fundamental que algumas críticas fomentem a discussão acadêmica. Em trinta anos, a estrutura da aplicação da tecnologia em contexto educacional sofreu poucas mudanças em sua organização. As universidades continuam tendo que desenvolver práticas, campos teóricos e formar. Mas quando olhamos os relatórios analisados, o maior impacto foi a utilização “caseira” limitando-se, muitas vezes, à condição de assistir vídeos e montar fóruns de discussão.

Práticas mais complexas e robustas, academicamente falando, ainda não são adotadas em um contexto amplo na educação brasileira. Prova disso é que o documento mais recente (BNCC) coloca como objetivos condições básicas de domínio e apropriação dos recursos tecnológicos.

Segundo a UNESCO (2018), as TIC têm grandes contribuições para diversas questões que dificultam o processo de ensino e aprendizagem em certas regiões, como conflitos e zonas rurais. Em 2020 o mundo foi assolado pela pandemia de COVID-19. Diversas instituições foram forçadas a interromper as atividades para diminuir o risco de contágio. Em caráter excepcional, o governo brasileiro, através do ministério da educação, atualizou a portaria nº 343 permitindo a substituição das aulas presenciais pelo ensino a distância.

Art. 1º Fica autorizada, em caráter excepcional, a substituição das disciplinas presenciais, em andamento, por aulas que utilizem meios e tecnologias de informação e comunicação, por instituição de educação superior integrante do sistema federal de ensino, de que trata o art. 2º do Decreto nº 9.235, de 15 de dezembro de 2017. (ABMES, 2020)

Por obrigação, a realidade das escolas brasileiras passou por um período de turbulência na medida em que as aulas suspensas representam incertezas, principalmente na rede privada. Para contornar a crise, diversas instituições de ensino instruíram a sua comunidade escolar para fazer uso das TIC.

Como não houve tempo para preparação, as medidas ficaram na dependência dos conhecimentos prévios dos professores na elaboração de materiais e recursos que pudessem ser aproveitados no contexto tecnológico (fóruns de perguntas, salas virtuais, gravação de multimídia, testes online etc.).

Novamente as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) necessitam ser exploradas e materiais de qualidade, elaborados por profissionais das áreas, desenvolvidos de maneira que contribuam para a realimentação do sistema de ensino.

Essas informações expõem a importância da elaboração e aplicação de práticas e materiais para contribuir com a formação de professores que possam dar o suporte adequado às necessidades educacionais contemporâneas.

4. A EVOLUÇÃO DA VIDEOANÁLISE NO ENSINO DE FÍSICA

No contexto atual de globalização, o ensino tem sido um dos focos no que tange às aplicações de tecnologia e necessidades sociais. Evidentemente, países com sistemas educacionais mais consistentes já implementaram medidas que incluem as TIC nos programas de ensino há tempos.

Como citado anteriormente, as competências e habilidades avaliadas como relevantes aos estudantes para se tornarem profissionais qualificados, são foco de melhoria e, para isso, o desenvolvimento de materiais que auxiliem na inclusão de metodologias que usem as TIC são determinantes nas políticas nacionais.

Porém, a simples citação às mudanças estruturais nas escolas traz uma série de pontos a serem considerados: estrutura das escolas, possibilidade de acesso fora

do ambiente escolar, materiais disponíveis e formação de professores. Assim, instrumentos que contribuam de maneira a saciar essas questões torna-se um grande aliado na criação e reprodução de conteúdo.

A videoanálise é uma ferramenta importante no ensino de física (BROWN; COX, 2009; Bezerra Jr *et al*, 2012; RODRIGUES; CARVALHO, 2014; JESUS; SASAKI, 2015; PRIMA *et al*, 2016; ARAÚJO *et al*, 2017; LIMA, 2019; BOZZO, 2020) visto que permite a estudantes e professores que analisem situações de movimento detalhadamente. Essas práticas fazem com que as situações sejam tratadas minuciosamente, de acordo com a necessidade do pesquisador.

O programa *Tracker* foi criado por Douglas Brown no *Cabrillo College* e é um *software* livre, relacionado à iniciativa *Open Source Physics* que visa a produção de materiais que auxiliem o ensino de física nas diversas questões computacionais (modelagem, experimentação, produção etc.).

Atualmente, esta coleção contém mais de 2000 itens e mais de 1.000 páginas de Physlet e agora atende a mais de 200.000 usuários em todo o mundo. Uma segunda biblioteca digital baseada em OSP, que atualmente contém 600 itens, foi criada em Cingapura em 2012 por Loo Kang Wee (Ministério da Educação, Cingapura). (OPEN SOURCE PHYSICS, 2020)

O *Tracker* permite que, usando vídeos, os interessados possam pontuar situações baseados em parâmetros definidos no momento da gravação. Então, na hora da gravação, certo objeto é medido e aliado ao plano cartesiano (disponível no próprio *Tracker*) produz resultados experimentais compatíveis com os obtidos em diversas situações de laboratório (Bezerra Jr *et al*, 2015).

A uniformidade na formação do aluno na escola básica é exigida pelos documentos oficiais, bem como o acesso à informática como pré-requisito para a capacitação profissional (BRASIL, 2000). Mesmo assim, relatórios do Centro Gestor da *Internet* no Brasil (CGI, 2019) mostram diferenças educacionais como formação de professores entre escolas públicas e privadas (as escolas privadas apresentam uma porcentagem maior de professores formados na área que atuam), urbanas e rurais (condições de acessibilidade muito mais presentes nas escolas urbanas) e assim por diante.

Por isso um recurso que não depende do acesso à *Internet* (apenas para baixar o *software*) nem de câmeras profissionais e formação aprofundada, pode ser de grande valia nos processos de ensino, aprendizagem, experimentação, modelagem,

produção de materiais e formação de professores, suprimindo diversas lacunas existentes na organização educacional brasileira.

As várias possibilidades na utilização do recurso foram ressaltadas em diversos artigos ao longo dos anos. Para situar a situação da videoanálise no contexto do ensino de física, fez-se necessária uma pesquisa de estado da arte em dissertações dos seguintes mestrados profissionais: Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e o Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET). Esses programas foram escolhidos pela abrangência e relação com esta tese. De acordo com o site do MNPEF:

O Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) é um programa nacional de pós-graduação de caráter profissional, voltado a professores de ensino médio e fundamental com ênfase principal em aspectos de conteúdos na Área de Física. É uma iniciativa da Sociedade Brasileira de Física (SBF) com o objetivo de coordenar diferentes capacidades apresentadas por diversas Instituições de Ensino Superior (IES) distribuídas em todas as regiões do País. O objetivo é capacitar em nível de mestrado uma fração muito grande de professores da Educação Básica quanto ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula como, por exemplo, estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos.

Já o PPGFCET, tem como objetivo:

O objetivo do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica é promover a formação permanente de professores em nível de mestrado e doutorado profissional. Possibilita ainda a análise crítica e fundamentada epistemologicamente do conhecimento científico e tecnológico e do seu ensino nos distintos campos e níveis para a melhoria da educação brasileira, tendo como premissa a alfabetização científica e tecnológica humanizadora. Contribui com a formação profissional dos professores, com ênfase no conhecimento científico e suas mediações teóricas, didáticas, metodológicas e epistemológicas para o ensino-aprendizagem. Fomenta a formação permanente de profissionais que exercem atividades educativas, para que o conhecimento adquirido e desenvolvido promova, em sua realidade, a melhoria do ensino de ciências, estimulando-os à constância de sua própria formação e de outros educadores. Este programa destina-se a: professores de Ciências e Matemática em exercício no ensino fundamental e professores de Biologia, Física, Matemática e Química em exercício no ensino médio, professores de ensino superior que atuam nas licenciaturas em Ciências e Matemática ou áreas afins, profissionais que atuam com a formação de professores das áreas de Ciências e Matemática em todos os níveis de ensino, bem como profissionais que atuam em espaços de ensino, aprendizagem, divulgação científica e produção de material didático nas áreas de Ciências e Matemática.

Foram encontradas 11 dissertações (5 do MNPEF e 6 do PPGFCET) que envolvem os termos “*Tracker*”, “Video análise” e “Videoanálise”. Em seguida, um resumo de cada uma.

Em OLIVEIRA (2014) a videoanálise foi utilizada para análise de experimentos de físicas em um contexto de vulnerabilidade social, dando origem a sequências didáticas e cursos de formação.

MEUCCI (2014) produziu uma série de vídeos com o intuito de trabalhar a conservação de energia. Utilizou pistas de carrinhos de brinquedo e apresentou o desenvolvimento do trabalho. Este trabalho não apresenta um produto destacado, mas uma abordagem específica.

MATSUNAGA (2015) produziu uma espécie de material de apoio ao *Tracker*, destacando as possíveis dificuldades ao utilizar o *software*, baseou seu trabalho nos conceitos de aprendizagem significativa e avaliou a aprendizagem dos estudantes com o auxílio de um questionário.

BARBOSA (2016) elaborou uma série de tutoriais para contribuir com a transposição didática da dinâmica rotacional para o ensino médio.

PERES (2016) produziu uma série de vídeos que, posteriormente, foram tratados com o *software Tracker*. Com isso elaborou 6 tutoriais (3 escritos e 3 vídeos) sobre experimentos relacionados à física Moderna.

SANTOS (2016) desenvolveu uma sequência didática com o objetivo de trabalhar Cinemática, com o auxílio do *Tracker*, fundamentando sua dissertação com a aprendizagem significativa e as referências sobre TIC.

De acordo com MACIEL (2018), os estudantes possuem dificuldade em compreender o movimento vertical. Por isso, resolveu utilizar o *Tracker* em duas turmas (de escolas diferentes) para observar o impacto do *software* nos processos de ensino e aprendizagem.

A dissertação de SOUSA (2018) construiu um tutorial de instalação e utilização do *software Tracker* para contribuir com o desenvolvimento de aulas mais atrativas para os estudantes, analisando as vantagens e desvantagens de tal ferramenta.

Em GORDIANO (2019), a videoanálise surge como uma auxiliar nos processos de investigação científica, promovendo uma formação menos ortodoxa. Tanto os

vídeos quanto as sequências didáticas são disponibilizadas como o produto da dissertação.

Finalmente, BORDIN (2020) fez um guia didático para a aplicação de atividades de videoanálise para formação de professores e para estudantes. São três encontros com cerca de quatro horas cada, abordando temas referentes à mecânica.

Além disso, foram examinados periódicos nacionais e internacionais. Um ponto a se destacar é que, de maneira comum, os artigos de maior relevância encontram-se em esferas internacionais. O motivo para análise de artigos nacionais é que para professores do ensino básico a principal fonte de consulta acaba sendo revistas nacionais relacionadas à área. Portanto, é fundamental observar o que se tem de disponível nesses periódicos. Para melhorar a organização dessas observações, foi utilizado o sistema de buscas da biblioteca da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, visto que:

Trata-se de um ambiente digital que oferece uma interface única de busca integrada em diversas fontes de informação disponíveis nas Bibliotecas da UTFPR que vão desde o catálogo do acervo físico das bibliotecas (Pergamum), os repositórios (ROCA, RIUT, EVIN e PERI), o Portal de Periódicos Capes, além de coleções adquiridas por meio de assinatura, como a E-books Ebsco e o Minha Biblioteca. (UTFPR, 2020)

Além disso, permite que o estudante da instituição (UTFPR) tenha acesso livre a todos os artigos lá presentes, facilitando caso seja necessária uma análise mais detalhada (o que não aconteceria se a pesquisa fosse realizada no Google acadêmico, por exemplo). Neste repositório, foram realizadas três pesquisas, com os seguintes termos: “*videoanálise*”, “*videoanalysis*” e “*Tracker video analysis*”. Foram encontrados, aproximadamente 900 resultados. Isso ocorre por vários fatores, dos quais se destacam: resultados duplicados (visto que um artigo pode estar em mais de uma base de dados), trabalhos que são voltados para outras áreas como esportes (HERRMANN; HOERNIG; RADIG, 2014), rastreamento animal (QAZI *et al*, 2018), fisiologia (GUNAWAN; ARYMURTHY, 2015), entre outros.

Feita a seleção dos artigos relevantes ao ensino de física, foram obtidos 108 artigos que compõe as referências deste trabalho. Vale lembrar que essa análise é referente aos artigos presentes em periódicos. Trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, livros ou conferências não foram incluídos visto que o objetivo desta pesquisa de estado da arte é compreender a situação da videoanálise e, para

isso, os periódicos apresentam trabalhos de uma maneira mais constante e consistente, permitindo a noção geral do momento das pesquisas, referentes ao tema.

Para fins organizacionais, todos os trabalhos foram resumidos em um parágrafo. Na sequência, entre parênteses, estão quatro informações relacionadas aos artigos na seguinte disposição: (conteúdo de física - categoria do trabalho - origem do periódico - nome do periódico).

O conteúdo se refere à parte da física que foi usada a videoanálise (mecânica, eletromagnetismo e assim sucessivamente). A categoria do trabalho evidencia os objetivos das pesquisas, apresentados da seguinte maneira:

- I) Verificação: trabalho com o objetivo de chegar a conclusões já encontradas em práticas de laboratório (encontrar coeficiente de atrito, por exemplo);
- II) Aplicação: atividade realizada em sala de aula e disponibilizada para os estudantes;
- III) Produção de material: materiais confeccionados e disponibilizados com o objetivo de atender outros profissionais e/ou estudantes;
- IV) Formação de Professores: pesquisa realizada com o intuito de capacitar e/ou auxiliar na formação dos professores na técnica de videoanálise.

Alguns trabalhos têm uma abrangência maior, permeando outras categorias. Por exemplo, um trabalho no qual os envolvidos visam encontrar a relação entre posição e distância, mas fazem isso aplicando uma atividade no curso de engenharia, se encaixaria nas categorias de verificação e de aplicação. Entretanto, como foi realizada pelos estudantes e orientada pelo professor, tem sua prioridade na categoria “Aplicação”.

Cabe destacar que embora nesse trabalho a “Produção de Material” tenha sido uma categoria bem definida, todos os trabalhos colaboram nas práticas educacionais, mesmo que não tenham essa finalidade como ponto principal.

A origem do periódico é dividida em duas categorias: nacional ou internacional. Por fim, o nome do periódico. Assim, todas as informações presentes nos gráficos podem ser analisadas.

Na sequência, os trabalhos são abordados de maneira a evidenciar a introdução da videoanálise no ensino de física. A ordem dos artigos foi cronológica e

a discussão referente às outras informações será apresentada na sequência, ilustradas pelos gráficos.

Pode ser afirmar que esse é um dos primeiros artigos relevantes ligado ao uso do *Tracker* no ensino de Física. Trabalho desenvolvido por Brown e Cox (2009), é base conceitual para quase todos os artigos desenvolvidos posteriormente. Apresenta o *software* como um recurso educacional aberto que permite analisar vídeos de uma maneira que, para a época, era pouco usual. Os conceitos físicos envolvidos vão de colisões e força, passam pela termodinâmica e finalizam com laser e fluorescência. (Física Geral – Verificação – Internacional – *The Physics Teacher*).

Um dos primeiros artigos a apresentar o *Tracker* foi escrito por Wyrenbeck (2009): *Video analysis with a web camera*. De maneira sucinta, o trabalho discorre sobre as informações técnicas oferecidas pelos diversos programas computacionais, incluindo o *Tracker*, enaltecendo o custo reduzido para fazer experiências que necessitem do rastreamento de partículas. (Informação técnica – Verificação – Internacional – *The Physics Teacher*).

A universidade de Lund, na Suécia, analisou o movimento de carros para analisar o comportamento de motoristas em comparação com as decisões que foram rastreados com a contribuição de um programa desenvolvido pela própria instituição (Laureshyn *et al*, 2009). Assim, questões relativas à segurança foram o foco principal e existe a necessidade de aprimoramento no processo de obtenção de dados. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *IET Intelligent Transport Systems*).

Figueira (2011) explora a física moderna, representadas pelo movimento browniano, na videoanálise com o *Tracker*. Os vídeos usados estão disponíveis na *Internet* e não foram confeccionados pelo autor, assim as que utilizou serviram para rastrear a partícula e encontrar relações (entre elas a constante de Avogadro). A meta do trabalho é alcançar professores do ensino superior. (Física Moderna – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

Em Bezerra Jr *et al* (2012) o objeto de análise é o movimento parabólico e a segunda lei de Newton. Como se trata de um dos primeiros artigos que expôs o *Tracker*, boa parte é destinada às explicações sobre o *software*. A potencialidade do programa como um instrumento auxiliar na formação de professores também é

ressaltada. (Mecânica – Verificação – Nacional – Caderno Brasileiro de Ensino de Física).

O uso pedagógico, baseado em perguntas, da videoanálise é relatado em Wee *et al* (2012) em relação ao lançamento de projéteis. As conclusões dos professores ressaltam que a dedução das equações e o uso do *Tracker* contribuem para uma formação sólida e em conformidade com as metodologias ativas. Além de proporcionar a discussão entre pares, fundamentada em análise de vídeos. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *Physics Education*).

Eadkhong *et al* (2012) exploram as potencialidades do *Tracker* para encontrar o momento de inércia de um cilindro rotacionando. A primeira parte consistiu em encontrar o coeficiente linear e, a partir disso, a análise do vídeo foi necessária para encontrar outros parâmetros como aceleração angular e a conservação de energia. (Mecânica – Verificação – Internacional – *European Journal of Physics*).

O trabalho de Onorato, Mascheretti e De Ambrosis (2012) cruza as informações obtidas de uma interação de ímãs com resultados experimentais obtidos preliminarmente. O baixo custo dos equipamentos é exaltado, tornando possível a reprodução em ambientes precários na educação básica ou superior. (Eletromagnetismo – Verificação – Internacional – *European Journal of Physics*).

Cavalcante, Peçanha e Teixeira (2013) uniram dois *softwares* para desenvolver a metodologia: *SweeGen* e o *Tracker*, ambos disponíveis gratuitamente na *Internet*. A contribuição do primeiro era, utilizando a saída de áudio, variar as frequências na extremidade de um fio. O movimento causado pela vibração, foi analisado com o e a validade do experimento foi constatada. (Ondas/Oscilações – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

A queda dos corpos em fluidos (ar e líquido) foi trackeada para que o movimento e suas implicações pudessem ser estudados (Sirisathitkul *et al*, 2013). Os efeitos variáveis em relação à altura da queda, aceleração e velocidade terminal foram estudados investigados e trata-se de um artigo de pura verificação de fenômenos. (Fluidos – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

Inserindo a astronomia no campo das TIC, Belloni, Christian e Brown (2013) buscam se apropriar das técnicas presentes em outros trabalhos de física básica para lecionar o conteúdo citado. Para isso, usaram imagens previamente selecionadas de

campos e manchas solares. (Astronomia – Verificação – Internacional – *The Physics Teacher*).

As leis de reflexão, refração, difração e demais fenômenos ópticos são questões trabalhadas no artigo de Rodrigues e Carvalho (2014). A videoanálise pode ser usada para auxiliar na coleta de dados de situações que envolvam laser, fazendo com que a óptica física seja incluída nas aulas que usam TIC. O trabalho discute a utilização do *Tracker* para, principalmente, aulas sobre mecânica e, justamente por isso, busca variar o conteúdo enaltecendo a versatilidade da ferramenta. (Óptica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

No artigo de Jesus e Barros (2014) a “dança dos pêndulos” é o objeto de pesquisa que, com a contribuição do *Tracker*, foi trabalhado. A questão do mostrar o fenômeno tratado inicialmente (dentro ou fora de sala) é destacada, sem a necessidade de apresentar todas as deduções das equações. (Mecânica – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

Uma aplicação em sala de aula buscando definir o coeficiente de atrito através da análise do movimento circular de uma moeda, que toca uma superfície, usando o *Tracker* é o resumo do trabalho de Molina-Bolívar e Cabrerizo-Vílchez (2014). As discussões pertinentes aos impactos de certas ações são abordadas no trabalho. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *Physics Education*).

O uso do *Tracker*, em um contexto geral, no ensino de física faz parte da pesquisa realizada por Hockicko, Kristak e Nemek (2014). As concepções e compreensões dos estudantes foram expostas de maneira a permitir a observação das contribuições da videoanálise para o ensino e aprendizagem. Essa conclusão foi obtida quando confrontados os dados do grupo experimental e de controle. (Física Geral – Aplicação – Internacional – *European Journal of Engineering Education*).

Em Lenz, Filho e Bezerra Jr (2014) a elaboração de material didático para um curso introdutório de física, baseada em videoanálise, foi concebida através do experimento do movimento parabólico. Os vídeos, materiais auxiliares e demais ferramentas foram distribuídos posteriormente para que os participantes do curso pudessem utilizá-los. Além disso, ressaltam o *software* como uma ferramenta que proporciona a realização de experimentos, inclusive fora dos ambientes escolares. (Mecânica – Produção de Material – Nacional – Revista Abakós).

A elaboração de um curso de mecânica básica em uma universidade de Bogotá, mediando a teoria com a prática pelo *software Tracker* é o trabalho de Diaz e Vitery (2014). O curso foi dividido em etapas (apropriação do programa, montagem experimental e transposição dos conceitos) e aplicado em 4 períodos do curso. Como conclusão geral há constatação de melhora na compreensão dos conceitos envolvidos, porém salientam que essa metodologia não deve substituir todas as outras formas de apresentação e abordagem do conhecimento. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *Revista Educación em Ingeniería*).

Hockicko, Trpisova e Ondrus (2014) buscam, com o *Tracker*, trabalhar questões relativas às concepções dos alunos no que diz respeito ao processo de frenagem. Durante o desenvolvimento do artigo os estudantes foram perguntados sobre a opinião em relação a questões triviais como tempo de parada, alcance etc. Foram aplicados testes em três momentos diferentes (antes, durante e depois). Posteriormente à análise estatística confrontando respostas anteriores e posteriores à videoanálise, chegou-se à conclusão de que os erros nas previsões dos estudantes estavam ligados às falhas conceituais que eles detinham. O impacto social do trabalho também pode ser exaltado, visto que os acidentes, que muitas vezes envolvem jovens, podem estar ligados às dificuldades de compreensão do processo de frenagem. O uso de ferramentas digitais foi avaliado, qualitativamente, como positivo visto que proporcionou um sentimento de satisfação nos estudantes. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *Journal of Science Education and Technology*).

Wrasse *et al* (2014) utilizaram vídeos já existentes na rede mundial de computadores para analisar questões referentes à posição, velocidade, aceleração e impulso em testes de colisões automobilísticas. Destaca que a prática com o *Tracker* potencializa os objetivos do ensino de física previsto nos PCN+. Discute a possibilidade do uso das metodologias adotadas pelos professores, em conjunto com a teoria trabalhada em sala. (Mecânica – Verificação – Nacional – *Revista Brasileira de Ensino de Física*).

A compreensão de referenciais inerciais em conjunto com uma abordagem pautada em um recurso digital (*Tracker*) esteve presente no artigo de Diago, Osorio e Ricardo (2014). O desenvolvimento ocorreu em aulas práticas, nas quais os estudantes deveriam videoanalisar as situações específicas ao seu vídeo e assim, durante o movimento acelerado, discutir os impactos desse movimento para a questão

do referencial. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *Latin-American Journal of Physics Education*).

O coeficiente de atrito do rolamento foi encontrado usando o *Tracker* em um trabalho de Jesus e Sasaki (2014). O trabalho obtém sucesso em mostrar que é possível realizar práticas experimentais relacionados ao ensino de física e, ao mesmo tempo, permite a abordagem de duas situações (rolamento com e sem deslizamento). (Mecânica – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

O lançamento vertical e a queda livre foram trabalhos na disciplina de física, em uma escola de Singapura, fazendo uso do programa *Tracker* (Wee *et al* , 2015). Foram aplicados testes (antes e depois da prática) e os resultados mostram uma melhora significativa no aprendizado dos estudantes, fazendo com que a videoanálise seja considerada um instrumento consistente no ensino de física. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *Physics Education*).

Poonyawatpornkul e Wattanakasiwich (2015) utilizaram a técnica de videoanálise para realizar o experimento de três discos acoplados. As conclusões sobre o movimento dos discos permitiram que os autores concluíssem que a videoanálise pode ser um aliado em demonstrações experimentais ou práticas mais complexas, relevantes para o ensino de física. (Mecânica – Verificação – Internacional – *European Journal of Physics*).

Silva, Borssoi e Almeida (2015) usaram o *Tracker* para estudo de representações e significados de dados observados em respostas de pessoas expostas à sistemas de modelagem matemáticos, aplicados em uma sequência didática em um minicurso. Foi elaborado um levantamento preliminar sobre o conhecimento de videoanálise dos envolvidos e chegou-se à conclusão de que nenhuma delas havia tido contato com tal recurso (mesmo estando em um meio acadêmico preenchido por professores e estudantes de graduação). Para contextualizar a modelagem matemática, os autores recorreram aos fenômenos físicos, tornando as informações palpáveis. A análise dos signos (executada pela semiótica peirceana) foi primordial na discussão, visto que o que determinada ação representava para o sujeito era parte essencial do artigo. Em linhas gerais, pode-se concluir que o uso da videoanálise ressignificou e condensou diversos significados que não haviam sido observados em situações tradicionais, experimentalmente

falando. (Matemática – Aplicação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia).

A utilização da videoanálise para corrigir erros experimentais comuns na prática do lançamento vertical foi o centro do trabalho de Jesus e Sasaki (2015), colaborando para a realização experimental. Notadamente a conservação de energia não é observada em experiências tradicionais de laboratório por desconsiderarmos a rotação do projétil. (Mecânica – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

O problema, na maior parte dos vídeos produzidos com o intuito de mostrar fenômenos e permitir que os experimentos possam ser analisados no computador, é a desconsideração de profundidade, visto que os vídeos são apresentados em duas dimensões. Por isso, Chen *et al* (2015) buscam adaptar a abordagem utilizando mais de uma imagem para compor o vídeo a ser trabalhado em três dimensões. O novo método desenvolvido provou-se eficaz, em comparação aos materiais existentes. (Práticas Educacionais - Produção de Material – Internacional – *Signal Processing*).

Em Bezerra Jr. *et al* (2015) é proposta a utilização do programa *Tracker* para videoanalisar gotas de óleo no experimento didático de Millikan. Ao longo do artigo diversas questões são abordadas como: uso pelos professores, formação de docentes, experimentação e produção de material. Destaca-se como um trabalho versátil que aborda diversas questões relevantes ao ensino de física e mostra que os resultados obtidos com o auxílio do *software* são muito próximos aos de uma prática comum no laboratório. (Eletromagnetismo – Produção de Material – Nacional – Revista Acta Scientiae).

Em Bonanno *et al* (2015) a queda de um ímã por um cilindro supercondutor e com o auxílio da máquina de Atwood e da videoanálise, as interações realizadas pelo corpo passam a ser analisados em aulas de graduação. Pode-se dizer que é possível explorar grande parte do eletromagnetismo, realizando o experimento e fazendo a análise dos dados propostos neste trabalho. (Eletromagnetismo – Verificação – Internacional – *European Journal of Physics*).

Wee e Leong (2015) incentivam os estudantes a desenvolverem uma atividade experimental usando o *Tracker*, com etapas pré-estabelecidas pelos autores. Dessa vez além de análise dos questionários, houve entrevistas com os

estudantes sobre práticas ligadas à mecânica. (Mecânica – Aplicação – Internacional – American Journal of Educational Research).

Yussuf (2016) relaciona o *Tracker* e o jogo Angry Birds para trabalhar com sequências de lançamento de projétil, queda livre e a calibração de um espectrômetro. Novamente o *software* se torna agente principal das práticas e o trabalho é finalizado com a proposta, dos autores, de aplicação em sala de aula. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Science & Technology*).

Mobbs (2016) descreve o processo de gravações realizadas na estação espacial, pelo astronauta Tim Peake. Os vídeos foram gravados e neles foi utilizado um *software* de rastreamento para que o material pudesse ser utilizado no ensino de física. Assim, pode ser usado por professores e estudantes que necessitem compreender o comportamento dos corpos em situações extremas, como as encontradas na estação espacial. (Física Geral – Produção de Material – Internacional – *School Science Review*).

“Uma abordagem por videoanálise da propagação de um pulso em uma catenária” de Jesus e Sasaki (2016) usa o *Tracker* para extrair conclusões referentes ao movimento ondulatório produzido em uma corrente de anéis de plástico e, após a dedução das equações correspondentes, houve a comparação entre a resolução teórica e a experimental. Ao longo do texto são discutidos os impactos e as diferenças entre os valores encontrados da maneira tradicional e com a videoanálise. (Ondas/Oscilações – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

Em experimentos clássicos de mecânica situações particulares tornam-se difíceis de perceber, como a velocidade e aceleração instantâneas. Para isso, contar com um *software* que aborde o experimento quadro a quadro funciona para superar diversos percalços (marcação do tempo em relógios analógicos, sincronização entre o movimento, falta de percepção de situações por parte do estudante). Assim, a pesquisa de Prima *et al* (2016) procurou aplicar as ferramentas de videoanálise para conferir se era possível a realização de práticas e destaca o potencial pedagógico do recurso. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Proceedings of International Seminar on Mathematics, Science, and Computer Science Education*).

Silva e Lima (2017) utilizam a videoanálise para investigar a vazão de água que é direcionada para recipientes em formato de prismas regulares. O erro associado

ao experimento com o auxílio da videoanálise foi de 4%, valor que se encontra dentro do esperado para práticas didáticas. Além disso, mostra que a modelagem usada possibilita conclusões consistentes em relação à literatura. (Fluidos – Verificação – Nacional – Caderno Brasileiro de Ensino de Física).

No artigo de Araújo *et al* (2017) foram utilizados smartphones com dois aplicativos instalados: Video Physics (gravação) e o Graphical Analysis (análise de gráficos). Os dois recursos foram usados com o intuito de discutir a questão de colisões e todas as suas consequências através da queda de uma bola que colide com o chão. Ainda contribui, de maneira sutil e superficial, para a disponibilização de um “roteiro”, com sugestões de perguntas pertinente à prática experimental. (Mecânica – Aplicação – Nacional – Physicae Organum).

A utilização do *software Tracker*, contribuindo para a qualificação na abordagem da ciência é protagonista no artigo de Filho *et al* (2017). O processo se baseia na adaptação de situações-problemas comuns e presentes nos livros didáticos de física. Os assuntos trabalhados se restringiram a mecânica. Como vantagem, destaca-se que o uso da videoanálise não requer montagem de equipamentos, economizando tempo de aula. Termina explorando as discussões entre o real e ideal, presentes na física, principalmente no ensino básico. (Mecânica – Verificação – Nacional – Revista Acta Scientiae).

Araújo *et al* (2017) explora o lançamento de projéteis da seguinte maneira: os estudantes, em trabalho cooperativo, montaram um foguete caseiro com o objetivo de filmá-lo para videoanalisá-lo com o programa VidAnalysis. Dentre os aspectos mais relevantes, cabe citar a facilidade observada pelos professores na manipulação dos recursos tecnológicos, contribuindo de maneira pontual com a compreensão dos fenômenos envolvidos. (Mecânica – Aplicação – Nacional – Revista do Professor de Física).

Silva *et al* (2017) buscam trabalhar, simultaneamente, com o movimento retilíneo e circular auxiliados pelo *software Tracker*. As gravações foram utilizadas em uma sequência didática em uma escola de ensino médio. Pelo caráter colaborativo no desenvolvimento do trabalho, pode-se concluir que o índice de acertos para questionamentos pré-definidos teve um acréscimo consistente, afirmando a validade da videoanálise. (Mecânica – Aplicação – Nacional – Revista do Professor de Física).

Em White (2017) o coeficiente de restituição, presente nas colisões é extraído e analisado de dois casos particulares: colisão entre dois corpos e no jogo de bilhar. O artigo explora as discrepâncias nos valores encontrados nos casos citados e, com auxílio do *Tracker*, busca uma explicação empírica para os resultados da experiência. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

Para explorar e definir as séries e transformadas de Fourier, Jesus *et al* (2017) utilizaram a videoanálise para estudar o comportamento de uma mola que é posta para oscilar. Em seguida, o próprio *software* permite que diversos parâmetros físicos sejam observados: amortecimento, frequência, amplitudes etc. A relação, muito próxima, dos gráficos produzidos com a contribuição do recurso tecnológico e o esperado pela teoria, habilitam a videoanálise como uma poderosa ferramenta de ensino e aprendizagem. (Ondas/Oscilações – Verificação – Internacional – *European Journal of Physics*).

Ayop (2017) combina a grande capacidade de resolução de um Iphone com os recursos oferecidos pelo *Tracker* para conceber uma discussão em torno das colisões, mais especificamente à questão do impulso. Finaliza mostrando que existem inúmeras possibilidades de utilização com o mesmo vídeo. (Mecânica – Verificação – Internacional – *The Physics Teacher*).

Pode-se chamar de inovadora a proposta encontrada em Claessens (2017). Para estudar questões relacionadas à mecânica foi utilizado o *Tracker*, mas dessa vez, para analisar simulações computacionais criadas de forma independente ao artigo. Dessa forma, o material produzido colaboraria com um ambiente precário em que não existisse nenhum laboratório ou material disponível para a realização de experimentos. (Mecânica – Produção de Material – Internacional – *The Physics Teacher*).

Novamente o *Tracker* é usado para analisar termos relacionados à viscosidade de fluidos (líquidos no caso). O experimento de Leme e Oliveira (2017), se restringe a oscilar um pêndulo dentro da água com o intuito de encontrar sua viscosidade. A videoanálise contribuiu apresentando o gráfico que descreve a amplitude em função do tempo. (Fluidos – Verificação – Internacional – *The Physics Teacher*).

Criar situações baseadas em indícios de aprendizagem significativa e utilizando como conceito “subsunçor” os conhecimentos prévios relacionados às tecnologias, Ventura, Dias e Carvalho (2017) propuseram a interação entre videoanálise e o movimento ondulatório. A prática permite uma abordagem tanto qualitativa quanto quantitativa dos fenômenos envolvidos. (Ondas/Oscilações – Verificação – Internacional – *The Physics Teacher*).

A videoanálise aplicada a um brinquedo popular (*fidget spinner*) para compreender questões relativas ao torque, momento de inércia e momento angular foi o trabalho de Jesus e Sasaki (2018). Segue a mesma lógica dos trabalhos anteriores desses autores, os quais apresentam resultados experimentais em um sistema comparativo ao teórico. (Mecânica – Verificação – Internacional – *The Physics Teacher*).

O uso de smartphones e tablets é de grande valia para as discussões propostas por Araújo *et al* (2018) aliados ao aplicativo NewtonDV. O fenômeno trabalhado é o do looping vertical, utilizando um balde com água. As conclusões trazem resultados referentes às velocidades no ponto mais alto e mais baixo, valor da força aplicada e tornou-se possível responder as perguntas que estavam dispostas no próprio artigo. Um dos objetivos secundários é que a apresentação do trabalho motive outros interessados em utilizar os aplicativos citados no estudo da física. (Mecânica – Verificação – Nacional – Revista do Professor de Física).

O trabalho de Silva (2018) tem como objetivo relacionar o Movimento Circular Uniforme (MCU) com o Movimento Harmônico Simples (MHS), utilizando o *software Tracker*. O trabalho se resume a uma dedução das equações envolvidas e uma análise de um vídeo que evidencia a ligação entre os dois movimentos. Esse trabalho pode ser utilizado nas aulas de graduação, mas não tem como foco a transposição didática. (Mecânica – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

No trabalho de Dias, Vianna e Carvalho (2018), primeiramente, foram comparadas as opiniões dos estudantes com imagens estroboscópicas referentes ao movimento de queda dos corpos. Em seguida as interações entre os próprios estudantes foram utilizadas para compreender o processo de aprendizagem. Finalmente, a videoanálise foi responsável por fortalecer o conhecimento científico na medida em colaborou com o aprimoramento do desenvolvimento científico e metodológico, destacando que esse recurso tem uma grande aplicabilidade que “abre

um campo de oportunidades futuras tanto para o Ensino de Ciências quanto para a Pesquisa em Educação em Ciências”. (Mecânica – Aplicação – Nacional – Revista Ensaio).

Em Oliveira *et al* (2018) ocorreu uma intervenção em sala de aula com os temas relacionados à mecânica em uma escola localizada em zona de risco. Antes do uso da videoanálise, o assunto foi abordado de maneira tradicional utilizando quadro, giz e a resolução de problemas. A experimentação foi realizada de duas maneiras, sendo a primeira uma medição manual com cronômetro e a segunda utilizando os recursos do *Tracker*. Nota-se que a porcentagem de estudantes que encontraram o valor da aceleração da gravidade, com erro menor que 10%, foi de 18% para a primeira abordagem e 56% para a segunda. Esses resultados mostram que, nesse caso, a videoanálise colaborou de maneira significativa para a eficiência do experimento. O artigo traz a discussão sobre as possibilidades do uso de tecnologias em sala e o impacto educacional causado em uma região de vulnerabilidade social. (Mecânica - Aplicação – Nacional – Revista Abakós).

Silva e Sanabria (2018) buscam observar as conclusões de um lançamento oblíquo, efetuado por uma catapulta, com o auxílio do *Tracker*. A principal diferença deste artigo para os demais, é a observação de que o uso do *software* tem potencial didático, mas pode ser usado para objetivos menos convencionais (como a análise de um instrumento incomum ao cotidiano dos estudantes: a catapulta). Finaliza com a sinalização de que a prática pode ser estendida a diversas práticas relacionadas ao ensino de física. (Mecânica – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada).

A abordagem de uma montagem de um sistema de pêndulos acoplados, pelo *Tracker*, é o objetivo de Silva e Araújo (2018). O artigo traz diversas discussões pertinentes ao estudo de um movimento oscilatório como o batimento e amortecimento, bem como as discussões referentes as diferentes amplitudes, dissipação de energia e diferença de fase entre dois pêndulos. A videoanálise foi parte principal na extração de dados e conclusões e o trabalho não enfatizou os ganhos didáticos dessa abordagem. (Ondas/Oscilações – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada).

O impacto da videoanálise na formação de professores é tratada em Alvunger e Johansson (2018) e as conclusões são baseadas em questionários pré-estruturados

e aplicados para os graduandos. O impacto na melhora da formação profissional é destacado e os recursos computacionais são vistos como ligação entre a teoria e prática, justamente pelas diversas possibilidades que a tecnologia proporciona. (Práticas Educacionais – Formação de Professores – Internacional – *Nordic Journal of Vocational Education and Training*).

Kodejška, Lepil e Sedláčková (2018) videoanalisaram os movimentos produzidos pelos osciladores eletromagnéticos e busca fazer uma demonstração experimental. Para a análise dos dados foi utilizado o programa LabQuest. (Eletromagnetismo – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

A comparação entre experimentos tradicionais e aqueles que contam com auxílio de tecnologias é, mais uma vez, explorado em um artigo. Neto e Souza (2018) mesclam o uso do *Tracker* com o LibreOffice para tratar os dados que ligam o tamanho dos passos de uma pessoa com a velocidade dela. Nas discussões ressaltam a questão da simplicidade dos materiais necessários à experiência, contribuindo de maneira significativa com o ensino de física. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

Parreira (2018) propõe um curso de mecânica com 11 temas (MRU, plano inclinado, queda livre, queda com resistência, movimento de projétil, máquina de Atwood, MHS, coeficiente de atrito 1, coeficiente de atrito 2, colisões e momento de inércia) tratados com o *Tracker*. Os conteúdos trabalhados, contemplam toda a ementa da mecânica no ensino médio e a introdução à física da graduação. (Mecânica – Verificação – Nacional – Caderno Brasileiro de Ensino de Física).

Jesus, Perez e Sasaki (2019) utilizam os impactos do giroscópio, presente nos smartphones, aliados ao *Tracker* para atingir alguns objetivos como, incentivar professores a desenvolver práticas com o giroscópio dos celulares e ensinar os processos de análise da situação. Os resultados práticos habilitam o instrumento a ser utilizados em sala de aula na educação básica e primeiros períodos das universidades. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

Aprofundar e incrementar a abordagem dos conceitos de atrito motivou Silva e Lima (2019) a usarem o *Tracker* para estimar o valor do coeficiente de atrito cinético entre superfícies, dando foco especial a questão de falta de materiais e abordagens usuais em sala de aula, restringindo-se a concepções teóricas. A potencialização do

ensino de ciências, representado nesse trabalho pelo coeficiente de atrito, através da inserção da videoanálise é ressaltada no trabalho como forma de impactar o ensino de física. (Mecânica – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada).

Barros e Jesus (2019) utilizam o *Tracker* como ferramenta para montagem e compreensão de gráficos. Esse recurso contribui com a metodologia de instrução por pares e a verificação das respostas forneceu resultados que foram analisados sobre a perspectiva do ganho de Hake (confrontado o aumento nos acertos com o valor máximo possível de ser obtido no teste). A sequência didática foi aplicada em 9 aulas de 50 minutos em uma escola estadual do Rio de Janeiro. Em geral, os resultados foram satisfatórios estando entre os limites aceitos pela teoria mesmo que discretos. O artigo finaliza com uma reflexão sobre a necessidade de mudança de concepção sobre a aprendizagem por parte do estudante, sendo que nessa metodologia ele torna-se o protagonista. (Mecânica – Aplicação – Nacional – Revista do Professor de Física).

Bordin e Bezerra Jr (2019) buscam explorar as potencialidades da inclusão de videoanálise em aulas de física, especialmente no que diz respeito à experimentação. O destaque fica por conta da falta de necessidade de equipamentos em laboratórios de física das escolas, desde que as práticas estejam disponibilizadas online. Para isso, foi previamente organizado um catálogo Web com artigos referentes à videoanálise e suas aplicações no contexto do ensino de física. O objetivo é que esse repositório contribua no desenvolvimento de sequências didáticas e em cursos de formação de professores. (Física Geral - Produção de Material – Nacional – Revista Actio: docência em ciências).

O estudo do movimento, para crianças de aproximadamente 12 anos, foi o objetivo do artigo de Castañeda (2019). Para isso o programa *Tracker* foi usado na obtenção dos gráficos e informações necessárias para compreensão dos parâmetros envolvidos. Os celulares foram usados na captação das imagens e o trabalho foi colaborativo. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *The Physics Teacher*).

Os obstáculos encontrados para o estudo das ondas motivaram Bozzo *et al* (2019) a utilizarem videoanálise para contornar as dificuldades. As atividades foram aplicadas em quatro sessões de quatro horas e permitiu que os estudantes analisassem os movimentos de molas, reproduzindo as observações realizadas por

Franz Melde no final do século XIX. Em seguida, os dados obtidos com a experiência foram tratados com o programa *Tracker* (Ondas/Oscilações – Aplicação – Internacional – *The Physics Teacher*).

Susilawati *et al* (2020) fizeram uso do *Tracker* para a realização de experimentos sobre de viscosidade, com estudantes de uma universidade da Indonésia. A pesquisa teve caráter qualitativo, ressaltando as impressões dos estudantes em relação aos conceitos. (Fluidos – Aplicação – Internacional – *Journal of Physics: Conference Series*).

O movimento circular realizado por uma roda de bicicleta, que se encontrava livre para girar, foi o foco de estudo de Suárez *et al* (2020) para a determinação de grandezas como a velocidade de giro da roda. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

Bozzo (2020) discute a construção das concepções de queda livre que acompanham as pessoas desde pequenas. Ao mesmo tempo destaca a produção de materiais e de práticas concebidas nas últimas décadas, ressaltando que os pré-requisitos para realização são vários e, na maior parte das vezes, não existem nas escolas secundárias. Então, o autor utiliza o *Tracker* para publicar diversos materiais consistentes para uso de estudantes e professores. (Mecânica – Produção de Material – Internacional – *The Physics Teacher*).

O estudo dos vetores através de conclusões extraídas de gráficos de posição por tempo, reflete o trabalho de Nuryantini e Nuryadin (2020). As aplicações do programa foram realizadas em vídeos de aeronaves e, aliado ao *Tracker*, usaram o *Flightradar24* que é um programa de rastreamento de aeronaves. Surge a possibilidade de aliar dois instrumentos ligados às TIC para a potencialização do ensino de física. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

Pérez *et al* (2020) utilizaram um brinquedo chamado *flat ball* para, com o auxílio do *Tracker* discutir a conservação do momento angular, derivado de uma colisão bidimensional. A conclusão destaca o potencial pedagógico da prática e sua aplicabilidade em sala de aula. (Mecânica – Aplicação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

Para estudar a conservação do momento linear, Erol *et al* (2020) utilizaram alguns planos inclinados ondulados e esferas que colidem e, com auxílio do programa

Tracker, ocorre a análise sobre a colisão. (Mecânica – Verificação – Internacional – *The Physics Educator*).

Martin *et al* (2020) apresentam os principais erros na utilização da videoanálise como: enquadramento, movimento de câmera, iluminação etc. É um trabalho relevante, mas ao mesmo tempo bem introdutório. (Informação técnica – Verificação – Internacional – *The Physics Teacher*).

Landeira *et al* (2020) trabalharam com a determinação da gravidade utilizando o Phyphox e o *Tracker*, chegando à conclusão de que o erro associado a tais procedimentos é irrelevante comparados a práticas tradicionais. (Mecânica – Verificação – Nacional – Revista do Professor de Física).

Além de potencializar as práticas experimentais a videoanálise pode contribuir nas relações entre estudantes e no desenvolvimento de habilidades relevantes na vida dos estudantes. Essas conclusões são destacadas em Fianti *et al* (2020). (Informação Técnica – Aplicação – Internacional – *Journal of Physics: Conference Series*).

Trazendo uma ideia já explorada em 2018, Sasaki e Jesus (2020) exploram o *Fidget spinner* para analisar torque e momento angular. É importante ressaltar que o trabalho é muito semelhante ao publicado pelos autores na revista *The Physics Teacher*. (Mecânica – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

Amaliah *et al* (2020) utilizou a videoanálise como mediadora do estudo de movimento e realizou uma pesquisa qualitativa, baseada em questionários aplicados antes e depois da prática, para analisar as condições de aprendizagem dos estudantes de uma escola. Concluíram que houve melhora na questão de aprendizagem dos estudantes. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*).

Para trabalhar com o atrito de rolamento Maslova *et al* (2020) optaram por utilizar o *Tracker* e com isso, validaram as previsões teóricas com sucesso, fato evidenciado pelos gráficos gerados. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

Para abordar os conceitos de cinemática e funções matemáticas no 9º ano de uma escola, Nascimento e Oliveira (2020) utilizaram o *Tracker* para a inserção de discussões referentes ao comportamento gráfico do movimento dos corpos. Para análise de dados, foi utilizada a análise estatística de Hake e chegaram à conclusão

de que é possível o uso de videoanálise para mediar o processo de ensino e aprendizagem. (Mecânica – Aplicação – Nacional - Revista Brasileira de Ensino de Física).

Montoli e Cabral Neto (2020) utilizaram o *Tracker* para, ao produzir uma bola de basquete com uma superfície, analisar o coeficiente de restituição das situações determinadas. (Mecânica – Verificação – Nacional – Caderno Brasileiro de Ensino de Física).

Durante a pandemia de COVID-19 que assolou o planeta no ano de 2020, uma das práticas educacionais mais afetada foi a experimentação. Por isso, Bordin *et al* (2020) estruturaram oficinas de mecânica que podiam ser realizadas com o auxílio do *Tracker*. (Mecânica – Aplicação – Nacional – Revista Tecnologia e Sociedade).

Trabach e Ferracioli (2020) utilizaram a videoanálise aliada ao diagrama V para trabalhar com uma prática de queda dos corpos em uma turma de primeiro ano do ensino médio. Concluíram que há benefícios para os estudantes e professores. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *Journal of The Physics Teacher*).

Para confeccionar um guia de atividades sobre situações que envolvem a cinemática, Mulyati *et al* (2020) realizaram diversas atividades com os estudantes que resultaram em materiais sobre: movimento horizontal, movimento vertical ascendente, movimento vertical descendente, movimento de queda livre e movimento parabólico. (Mecânica – Produção de materiais – Internacional – *Journal of Physics: Conference Series*).

Suárez *et al* (2020) realizaram atividades experimentais de sistemas de blocos ligados por cordas, extraíndo os dados com auxílio do *Tracker*. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

Chiriacescu *et al* (2020) fazem uso do *Tracker* para compreender o que ocorre com a torção de um fio metálico. Os resultados obtidos estão de acordo com todas as previsões teóricas. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Romanian Report in Physics*).

Em algumas situações é comum aliar o experimento tradicional com a videoanálise. Isso foi realizado por Dewi *et al* (2020) que usaram os movimentos que ocorrem em um trilho de ar para realizar o experimento e extrair informações. (Mecânica – Verificação – Internacional - JPPPF).

Nuryadin (2020) realizou uma atividade experimental com balanças de cozinha e o *Tracker* para analisar as situações referentes a queda de corpos. Com o auxílio da videoanálise, estabeleceu-se que a marcação nas balanças não ocorre de forma instantânea, sendo necessário que se deixe os corpos por um tempo maior em cima do aparato. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

Preocupando-se com a determinação do índice de refração por um prisma, Urek *et al* (2021) utilizam o *Tracker* para determinar o desvio da luz no prisma e, concluem que é possível utilizar tal atividade para experimentação à distância e em contextos que incluem problemas de acessibilidade. (Óptica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

Thy e Iwayama (2021) utilizaram a videoanálise através do *Tracker* para compreender a interferência de ondas em uma cuba com água. Para isso, utilizaram um smartphone e computadores para demonstrar a interação entre duas ondas e analisar os padrões de interferência. (Oscilações/Ondas – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

A comparação entre três programas (Phyphox, *Tracker* e Algodoo) para a determinação do coeficiente de atrito, foi realizada por Coramik e Urek (2021). Com os resultados, diversas considerações foram feitas e, também, várias recomendações sobre cada abordagem. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

Nugraha *et al* (2021) preocupam-se em confeccionar um experimento para trabalhar o princípio da continuidade e a validação ocorreu com o *software Tracker*. (Fluidos – Produção de material – Internacional – *Physics Education*).

A queda das chaminés de tijolo, problema já discutido em outros materiais, ganha a atenção de Hinrichsen (2021) que com contribuição do *Tracker*, analisa questões como: torque, energia e deslocamento angular. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

Para estudar o movimento parabólico, um grupo decidiu utilizar o basquetebol para problematizar o assunto. Azhar *et al* (2021) realizaram lançamento de três distâncias diferentes: 2 m, 3 m e 5 m. Com o programa *Tracker* eles obtiveram resultados que foram capazes de concluir que a distância é diretamente proporcional ao tempo. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Journal of Physics: Conference Series*).

Bezerra *et al* (2021) desenvolveram uma oficina para professores de física na qual apresentavam para o público as potencialidades da videoanálise, e do *Tracker*, para atividades experimentais. Essa prática contou com uma metodologia qualitativa. (Física Geral – Produção de Material – Nacional – Experiência em Ensino de Ciências).

Com o intuito de verificar o que acontece com os corpos quando colidem com superfícies mais rugosas, Franco *et al* (2021) utilizaram a videoanálise para compreender as situações referentes ao choque do corpo com o chão. Chegaram à conclusão de que a força de atrito pouco influencia no impulso da volta do corpo. (Mecânica – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

Fontes *et al* (2021) utilizaram o *Tracker* em uma turma de Licenciatura em Química para contribuir com as práticas da disciplina de Física 1. Com isso, os futuros professores tiveram acesso às práticas que incluem o uso de tecnologia aliado às práticas experimentais. (Mecânica – Aplicação – Nacional – Revista do Professor de Física).

Um dos problemas observados durante uma prática que depende de filmagens é a estabilidade da filmagem. Quanto menor for o balanço do equipamento, melhor para a atividade experimental. Nesse contexto, Jesus e Sasaki (2021) apresentam técnicas para contornar o problema do movimento da câmera. (Informação técnica – Produção de material – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

A influência da força de arrasto sobre objetos em queda livre é o foco do estudo de De Oliveira *et al* (2021). Para isso, foram realizados lançamentos para baixo e lançamentos verticais para cima, com cinco bolas de isopor diferentes. Posteriormente, com auxílio de smartphones e o *Tracker*, foram encontrados parâmetros que validaram as atividades experimentais. (Mecânica – Verificação – Internacional - *Physics Education*).

Supriyanto e Mustika (2021) aplicaram uma atividade de movimento parabólico para potencializar a aprendizagem dos estudantes e, para isso, utilizaram o *Tracker*. Chegaram à conclusão de que a aprendizagem dos estudantes apresenta uma melhora quando se utiliza a videoanálise como ferramenta de aprendizagem. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *Journal of Physics: Conference Series*).

A abordagem do experimento da difração de elétrons foi discutida em Peres *et al* (2021). Neste artigo o *Tracker* foi usado para estabelecer parâmetros ligados ao raio dos anéis de difração em um experimento didático. Concluiu-se que é possível alcançar resultados compatíveis com a atividade experimental realiza in loco. (Física Moderna – Verificação – Nacional – Revista Comunicações).

Elot *et al* (2022) utilizaram a videoanálise para determinar a aceleração gravitacional por meio de um pêndulo simples. (Oscilações/Ondas – Verificação – Internacional - *Jurnal Kumparan Fisika*).

Michelena *et al* (2022) produziram atividades básicas para o estudo da cinemática e com isso, concluíram que a utilização de ferramentas tecnológicas melhora o processo de ensino e aprendizagem. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Bases de la Ciencia*).

Santosa (2022) abandonou uma barra em queda livre e, com auxílio da videoanálise, determinou o tamanho da barra e sua posição final. Há uma discussão sobre a deturpação da imagem decorrente do tipo de gravação. (Mecânica – Verificação – Internacional - *Physics Education*).

Existem poucos experimentos em laboratórios de universidades para abordar o efeito Magnus. Por isso, com auxílio da videoanálise, Martins *et al* (2022) analisaram três saques diferentes, realizados por um jogador de vôlei de praia. (Fluidos – Verificação – Internacional – *European Journal of Physics*).

Noel *et al* (2022) analisam o movimento de cilindro no plano inclinado para determinar os movimentos rotacional e translacional em meios distintos. (Mecânica – Verificação – Internacional - *Jurnal Kumparan Fisika*).

Garzón (2022) utilizou a videoanálise para o estudo do Movimento Harmônico Simples e do movimento amortecido, chegando à conclusão que a prática utilizando o *Tracker* chega aos mesmos resultados da atividade experimental tradicional, realizada em laboratórios de física. (Ondas/Oscilações – Verificação – Internacional – *Latin-America Journal of Physics Education*).

Para atender uma demanda que o *Tracker* não supre – *software* de videoanálise para smartphones – Bordin *et al* (2022) confeccionou um programa livre chamado videoanalizando. Seus resultados, comparados ao *Tracker*, mostram que as

dinâmicas são parecidas e há possibilidade de utilização em sala de aula. (Informação técnica – Produção de material – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

Eadkhong *et al* (2022) utilizam o *Tracker* para analisar o movimento em uma dimensão e as colisões de corpos. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Physics Education*).

O movimento de Marte foi o foco de estudo de Melo *et al* (2022), utilizando um *fidget spinner* para emular o movimento do corpo, o *Tracker* foi utilizado para a análise de tais situações. (Astronomia – Verificação – Nacional – Revista Brasileira de Ensino de Física).

Com dificuldades para trabalhar com o experimento da máquina de Atwood, Asrizal e Yohandri (2022) utilizaram o *Tracker* para facilitar a visualização do experimento e a obtenção de dados. (Mecânica – Verificação – Internacional – *Journal of The Physics Teacher*).

Para trabalhar o Movimento Retilíneo Uniforme, Paci Araújo e Silva (2022) elaboraram e aplicaram uma sequência didática no ensino médio. Juntamente com o conceito de aprendizagem significativa, os autores chegam à conclusão de que a videoanálise colabora com o aprendizado dos estudantes. (Mecânica – Aplicação – Internacional – *Journal of The Physics Teacher*).

Para visualizar a síntese de Fourier por meio de uma mola helicoidal, Jesus *et al* (2022) utilizaram a videoanálise para confrontar os valores obtidos e previstos. (Oscilações/Ondas – Verificação – Internacional – *European Journal of Physics*).

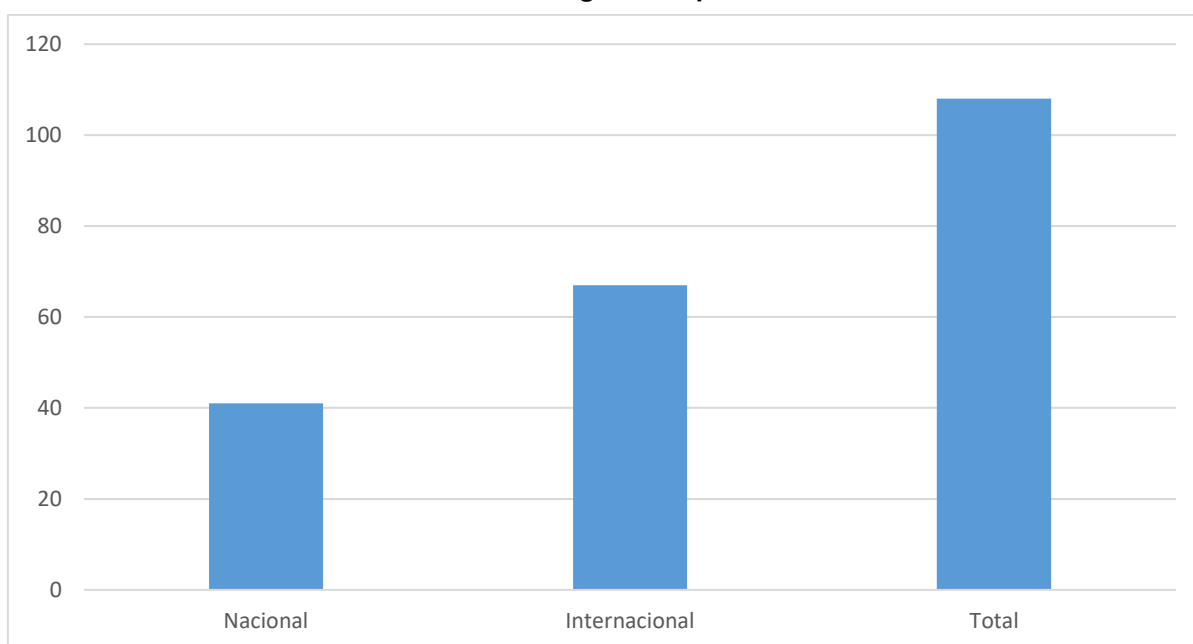
Em, aproximadamente, 10 anos de estudos sobre a videoanálise no Brasil, o grupo *TrackerBrasil* escreveu um artigo que realizou a pesquisa de revisão bibliográfica sobre videoanálise em periódicos brasileiros. Os resultados podem ser conferidos em Bordin *et al* (2022). (Informação técnica – Produção de Material – Nacional – Abakós).

Cada trabalho traz várias informações que contribuem para o entendimento da produção e uso da videoanálise em sala de aula. A fins organizacionais, os dados foram compilados e apresentados em gráficos que estão na sequência. A compreensão dos gráficos é fundamental, já que nos permite ter uma ideia dos reais impactos da videoanálise de acordo com a comunidade científica. Os gráficos se referem a:

- Origem dos periódicos (nacionais ou internacionais);
- Conteúdos de Física (mecânica, eletromagnetismo etc.);
- Categorias dos artigos (Aplicação, Verificação, Produção de Material etc.);
- Periódicos Internacionais;
- Periódicos Nacionais;
- Periódicos Internacionais divididos nas categorias;
- Periódicos Internacionais divididos nos conteúdos de Física;
- Periódicos Nacionais divididos nas categorias;
- Periódicos Nacionais divididos nos conteúdos de Física;
- Publicações ano a ano (Total, nacionais e internacionais);

Ao longo da explanação em cada gráfico, serão discutidos resultados observados que são mais difíceis de serem notados nos resumos dos trabalhos, abordados na pesquisa de estado da arte.

Gráfico 1 – Origem dos periódicos



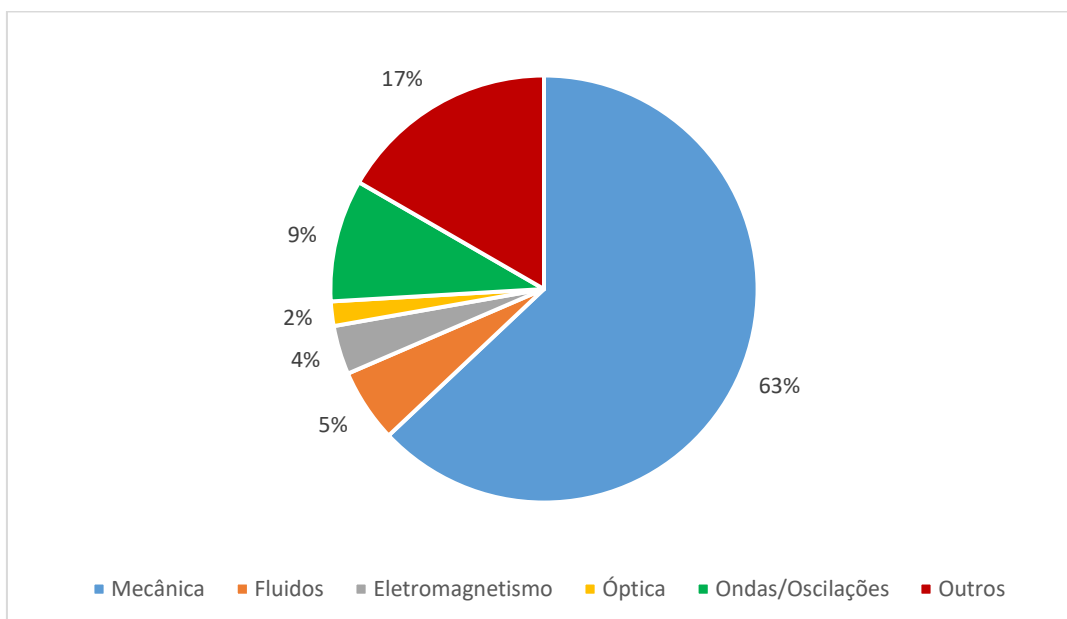
Fonte: Autor (2023)

O primeiro gráfico apresenta o número de artigos existentes que relacionam videoanálise com o ensino de física. Nota-se que as publicações em periódicos internacionais superam aquelas presentes nas revistas nacionais. Em um universo de 108 artigos no total, temos 67 internacionais e 41 nacionais. Lembrando que esses trabalhos foram selecionados com o auxílio da ferramenta de busca da UTFPR.

Essa informação, pura e simples, apresenta a relevância das tecnologias de informação para os pesquisadores. Isso está em consonância com os diversos documentos oficiais analisados anteriormente que evidencia a necessidade da inclusão permanente de TDIC nos ambientes educacionais e reforça que os outros países se preocupam em utilizar as tecnologias de forma mais constante.

Em geral, os periódicos internacionais têm apresentado espaço para artigos mesmo que a maioria esteja relacionada ao ensino da graduação, usando linguagem técnica e específica às áreas. Diversos trabalhos internacionais que usam a videoanálise têm preocupações diferentes, como o movimento de animais ou de processos biológicos do corpo humano. No Brasil esses trabalhos representam uma fatia pequena da produção, evidenciando uma baixa utilização de *softwares* de videoanálise para contextos diferentes dos observados no ensino de física. Entretanto, após a pandemia de 2020 o número de produções relacionadas à videoanálise ganhou cada vez mais espaço.

Gráfico 2 – Conteúdos de Física



Fonte: Autor (2023)

No gráfico 2, os artigos foram separados de acordo com o conteúdo de física a qual se referem. Como o *Tracker* é um *software* voltado à marcação de pontos relacionados às posições, obviamente é muito mais simples e comum a utilização nos experimentos de mecânica, representando mais de 60%. Visto que boa parte dos conceitos de mecânica são visíveis e permitem que as práticas, em laboratórios de

universidades e escolas, sejam mais consistentes, a fixação de referências e marcação de pontos depende de uma boa qualidade nos vídeos. Essas condições são favorecidas pelos aprimoramentos técnicos dos dispositivos tecnológicos como câmeras e celulares, que ocorrem nos últimos anos.

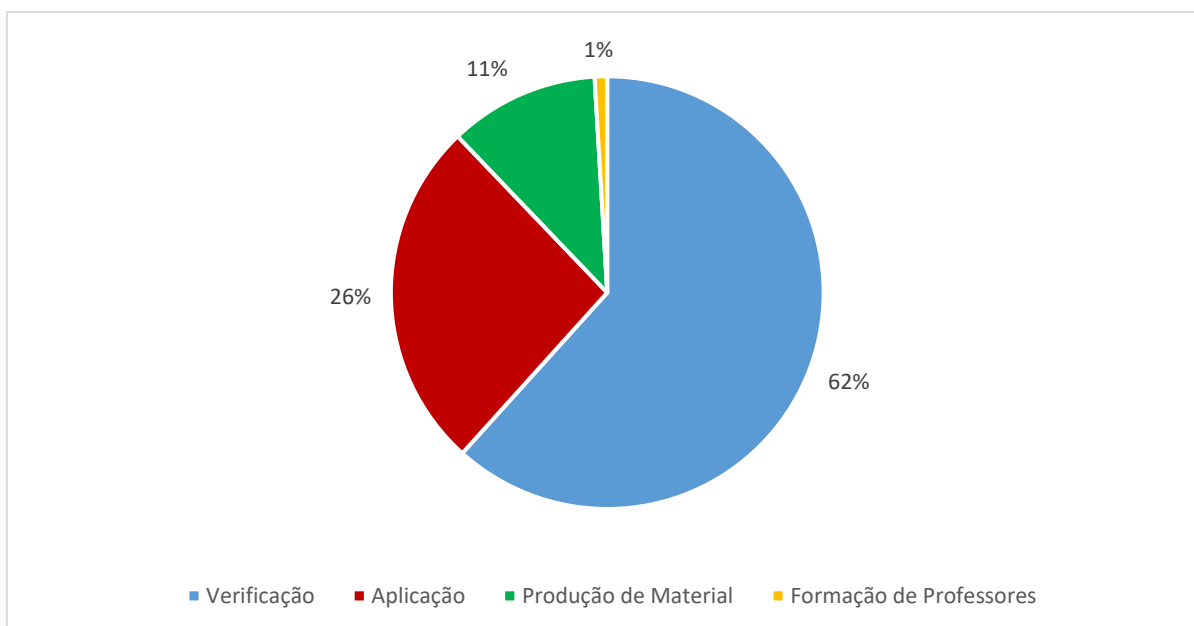
Os fenômenos ondulatórios também são de fácil captação pelos smartphones que contam, inclusive, com o recurso de “câmera lenta” permitindo a observação de movimentos que tenham uma frequência elevada. Isso leva este tema ao 2º lugar, com quase 10% dos trabalhos. Fluidos aparece em 3º lugar com 5% dos trabalhos.

Na sequência aparece o eletromagnetismo, tema que está diretamente ligado às dificuldades observadas no ensino de física por estudantes e professores (MACEDO; LIMA; BIAZUS, 2015). Novamente, a dificuldade na compreensão está na impossibilidade de observar certos fenômenos.

Verifica-se que as dificuldades de aprendizagem dos conteúdos de Eletromagnetismo se concentram na impossibilidade de visualização dos campos magnéticos por parte dos alunos no espaço tridimensional.
(MACEDO; LIMA; BIAZUS, 2015)

Assim, os artigos que trazem essa discussão apresentam práticas que permitem a marcação de pontos como o experimento de Millikan (BEZERRA JR *et al*, 2015) cujas gotas de silicone são mostradas nos vídeos e marcadas posteriormente. Esse conteúdo aparece com 5% da produção. Por fim, óptica conta com uma produção de 2%.

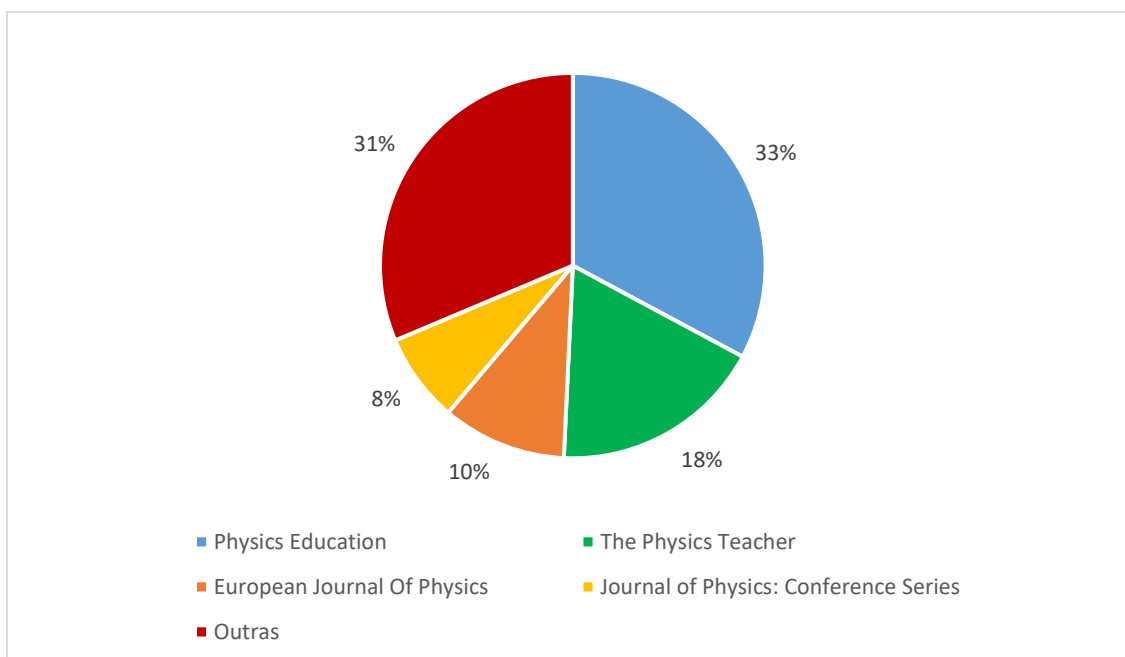
A categoria “Outros” fecha a análise com 16% dos artigos e contempla modelagem matemática baseada em fenômenos físicos, Física Moderna, Física Geral (na qual são levantadas possibilidades e explicações de uso), Astronomia, entre outros.

Gráfico 3 – Categorias dos Artigos

Fonte: Autor (2023)

Sobre as quatro categorias citadas, conclui-se que os trabalhos de verificação compõem a grande maioria com, aproximadamente, 60%. Essa categoria faz parte, inevitavelmente, de todas as pesquisas que visam unir a videoanálise com o ensino de física, pois para qualquer material ou prática desenvolvida é necessário que o fenômeno físico seja tratado com o *Tracker* (ou outro programa qualquer). Dito isso, é correto afirmar que a verificação é o início de todos os trabalhos, sendo parte crucial dos artigos selecionados.

Em seguida, aparece a aplicação com 26%. Nesses trabalhos a verificação surge como uma etapa inicial e posteriormente ocorre a inserção em sala de aula. A mecânica volta a ser protagonista, aparecendo em 23 dos 28 artigos de aplicação. Mais uma vez, em virtude da facilidade de usar experiências do assunto, aparece certa restrição no conteúdo.

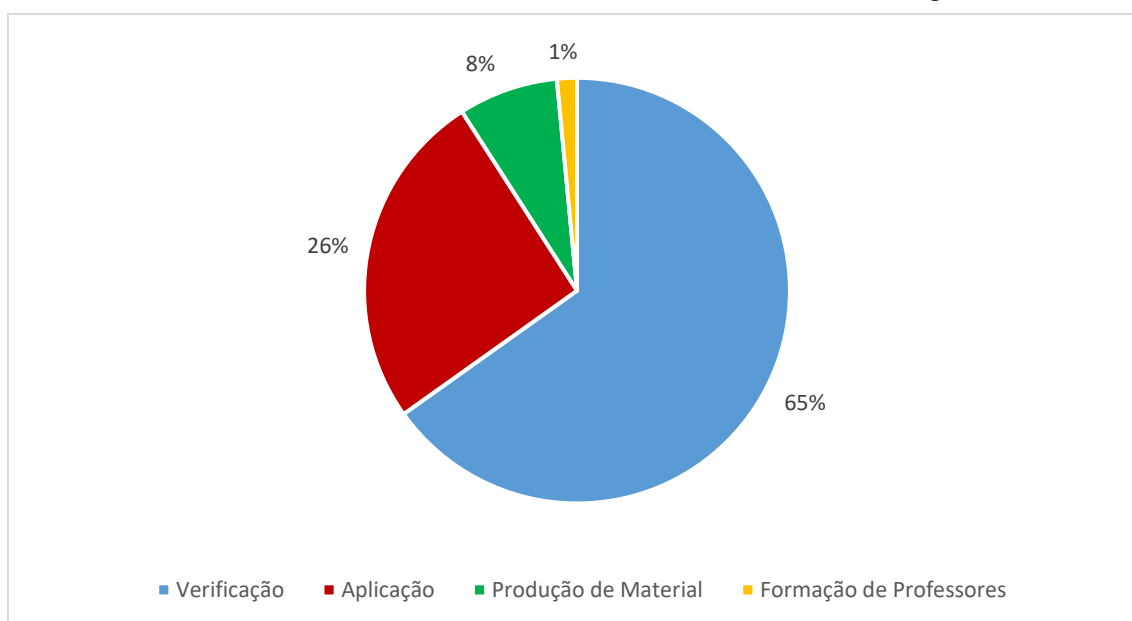
Gráfico 4 – Periódicos Internacionais

Fonte: Autor (2023)

O quarto gráfico apresenta os periódicos internacionais que tem um número maior de publicações referentes ao tema de estudo. A revista *“Physics Education”* concentra um terço dos trabalhos, seguido da *“The Physics Teacher”* e em 3º lugar há o periódico *“European Journal of Physics”*. A categoria “Outros” concentra, aproximadamente 30% dos artigos.

Como este trabalho faz uso, especificamente, do programa *Tracker* é fundamental destacar que o artigo *“Innovative uses of video analysis”* de Douglas Brown e Anne Cox (2009) - que serve como referência primordial neste trabalho devido ao impacto causado na comunidade acadêmica (bem como as diversas citações presentes nos demais trabalhos) - foi publicado na *“The Physics Teacher”*.

É importante salientar que os outros trabalhos estão distribuídos em revistas sul-americanas, europeias e asiáticas, com aparições únicas em diversas delas.

Gráfico 5 – Periódicos Internacionais divididos nas categorias

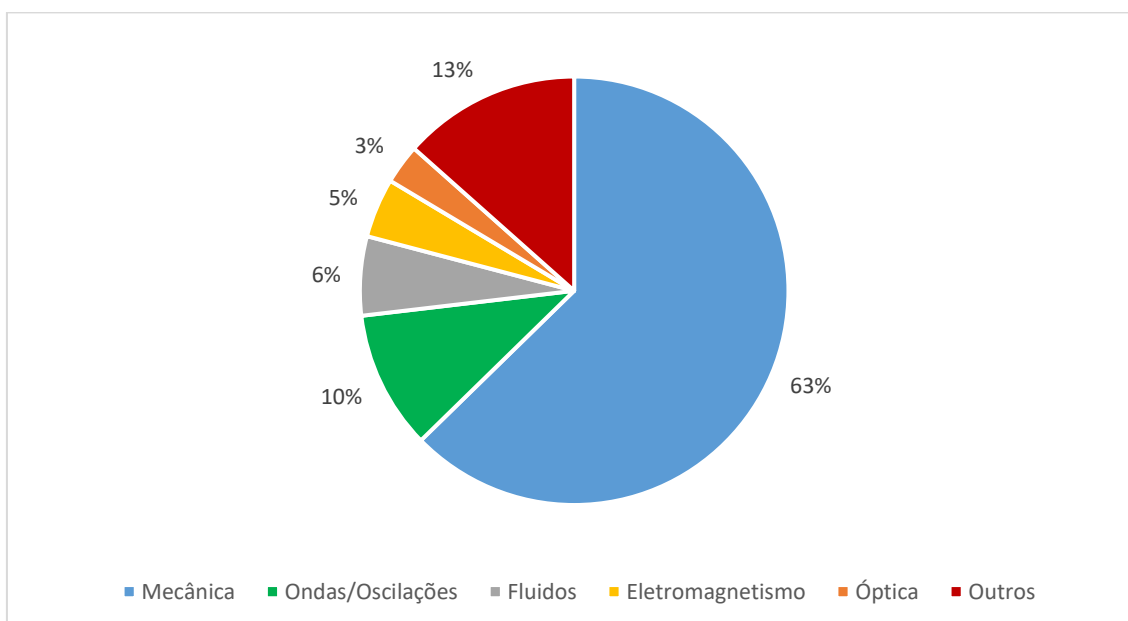
Fonte: Autor (2023)

No que diz respeito às categorias, há uma vantagem inegável da verificação em relação às outras. A questão da aplicação conta com quase 30% seguido pela produção de materiais com 8% e existe apenas um trabalho cujo objetivo é, claramente, formação de professores.

Percebe-se uma distribuição mais equilibrada entre as categorias nos periódicos internacionais. Isso demonstra a preocupação e desenvolvimento de políticas relacionadas às TDIC anteriores ao contexto brasileiro.

Mesmo assim, trabalhos que se resumem a gravar um experimento, utilizar a videoanálise para encontrar resultados já conhecidos e compará-los com aqueles que se encontram em manuais e livros de graduação, representam uma porcentagem muito significativa dos trabalhos internacionais.

Portanto, práticas mais efetivas de inclusão na sala de aula, produção de materiais e trabalhos de formação de professores são colocadas em segundo plano no ambiente acadêmico. Isso confronta as ideias dos documentos oficiais citados recomendem o uso de tecnologias para formar uma sociedade capaz de contribuir com formação técnica de alto nível.

Gráfico 6 – Periódicos Internacionais divididos nos conteúdos de física

Fonte: Autor (2023)

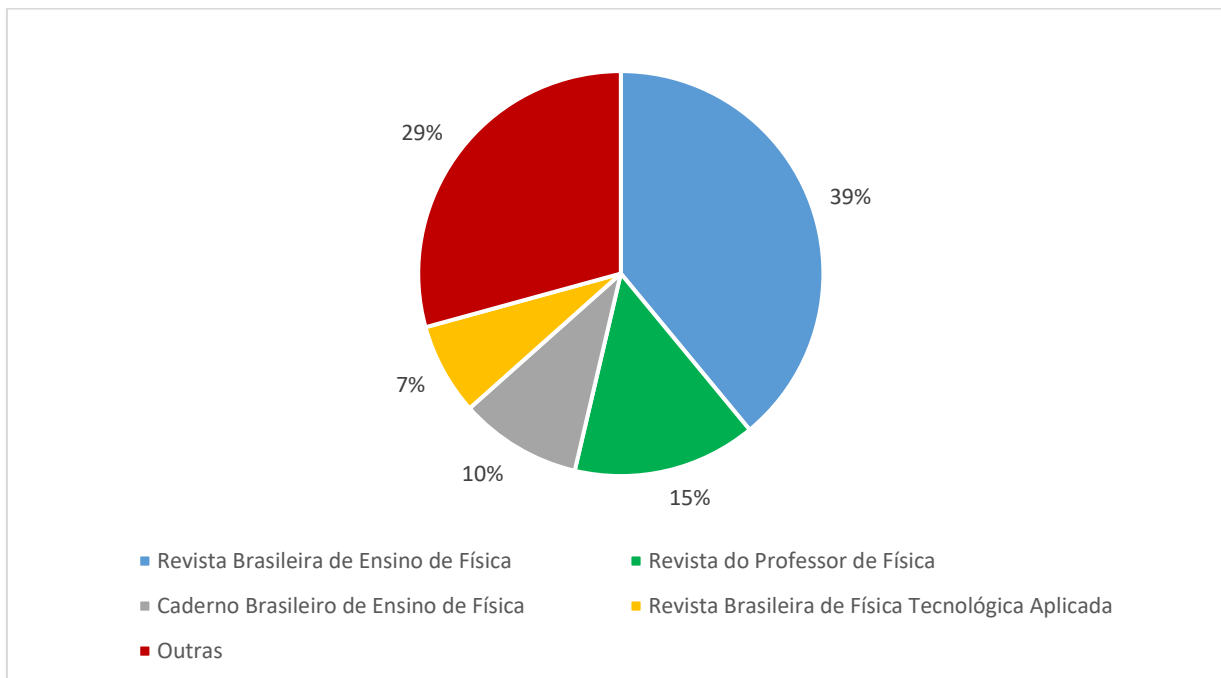
No gráfico 6, novamente, a mecânica se destaca com quase dois terços dos artigos. A categoria “Ondas/Oscilações” apresenta 10%, ocupando o segundo lugar. O equilíbrio entre o eletromagnetismo, fluidos e óptica (todos entre 3% e 6%) reforça a diferença de percepções dos pesquisadores que escrevem em periódicos internacionais. O grande número de trabalhos diversos, representando 13%, reforça a ideia de abrangência dos trabalhos.

Percebe-se, ainda, uma preocupação maior em aplicar a videoanálise em contexto mais desafiadores e isso pode ser atribuído, erroneamente, à nacionalidade do pesquisador.

Vários trabalhos presentes nas revistas do exterior foram produzidos por cientistas brasileiros que conseguem ter seus trabalhos aceitos nesses periódicos. Por isso, a qualidade da pesquisa não é restrita ao país de origem dos autores. Assim, cabe pesquisar com maior profundidade os motivos pelos quais professores optam por publicar em revistas internacionais, em detrimento das nacionais que, como abordado na sequência, mostram uma taxa de publicação menor e mais limitada. Pode parecer óbvio que o alcance do periódico internacional seja a resposta para essa questão, entretanto, outros parâmetros devem ser avaliados como: tempo para

recebimento; tempo para resposta; tempo para publicação e espaço para pesquisas sobre videoanálise.

Gráfico 7 – Periódicos Nacionais



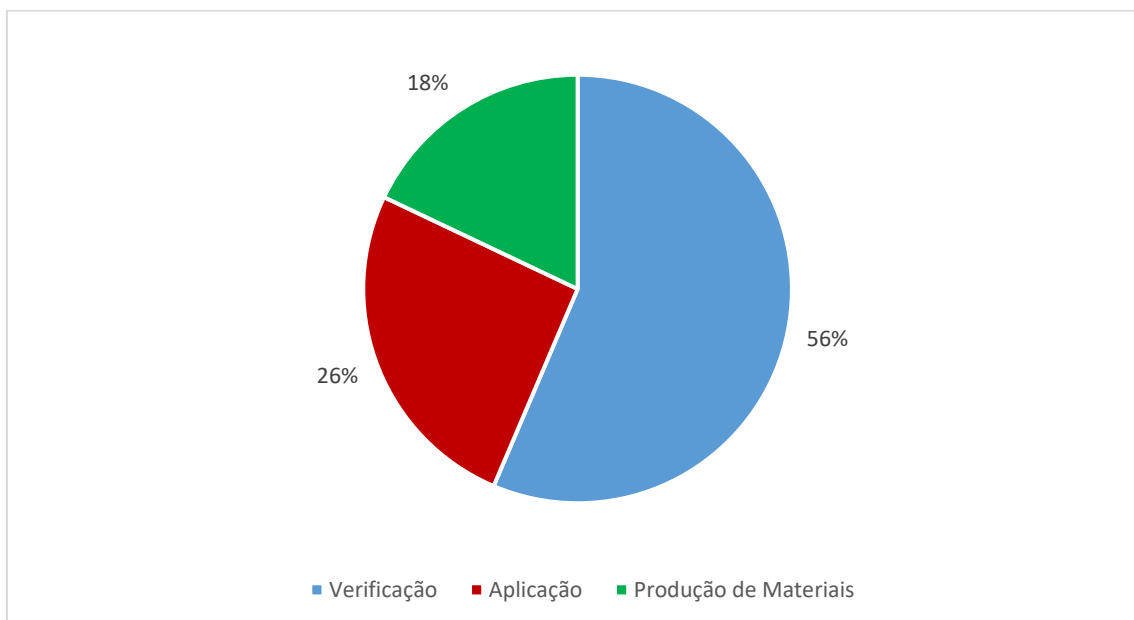
Fonte: Autor (2023)

O gráfico 7 apresenta, nominalmente, os periódicos brasileiros que mais se destacam na divulgação de trabalhos que unem a física com videoanálise. Com 16 trabalhos a Revista Brasileira de Ensino de Física destaca-se no número de produções. Chama atenção o fato de que a maior parte dos trabalhos presentes nela são de verificação de equações ou resultados experimentais. Em seguida está a Revista do Professor de Física que aparece com seis trabalhos, mesmo que o primeiro número tenha sido publicado em 2017. Ou seja, o periódico tem pouco mais de seis anos e já conta com um número de trabalhos, relacionados a videoanálise, considerável. O Caderno Brasileiro de Ensino de Física com um menor número de publicações, o que representa 10%. Por fim, o quarto periódico de destaque é a Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada com 7% das publicações.

Como pode ser observado no gráfico, grande parte dos trabalhos se encontram em outros periódicos que contam com no máximo dois trabalhos (como a Revista Abakós e a Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia). Portanto, podemos concluir que os periódicos brasileiros concentram a maior parte em quatro revistas e

o restante está disseminado em várias outras publicações, sem um periódico de referência.

Gráfico 8 – Periódicos Nacionais divididos em categorias



Fonte: Autor (2022)

Com relação às categorias, o oitavo gráfico apresenta uma informação semelhante ao contexto internacional: a maioria (quase 60%) é referente a trabalhos de verificação. Aproximadamente 25% representam aplicações em sala, no modelo de atividades conjuntas entre professores e estudantes e por volta de 20% são produções de materiais.

A revista que detém o maior número de trabalhos (RBEF) não demonstrou espaço para as outras categorias citadas. Assim, periódicos alternativos são responsáveis pela divulgação desses artigos que tem contribuição direta com a sala de aula e, principalmente, ao ensino básico.

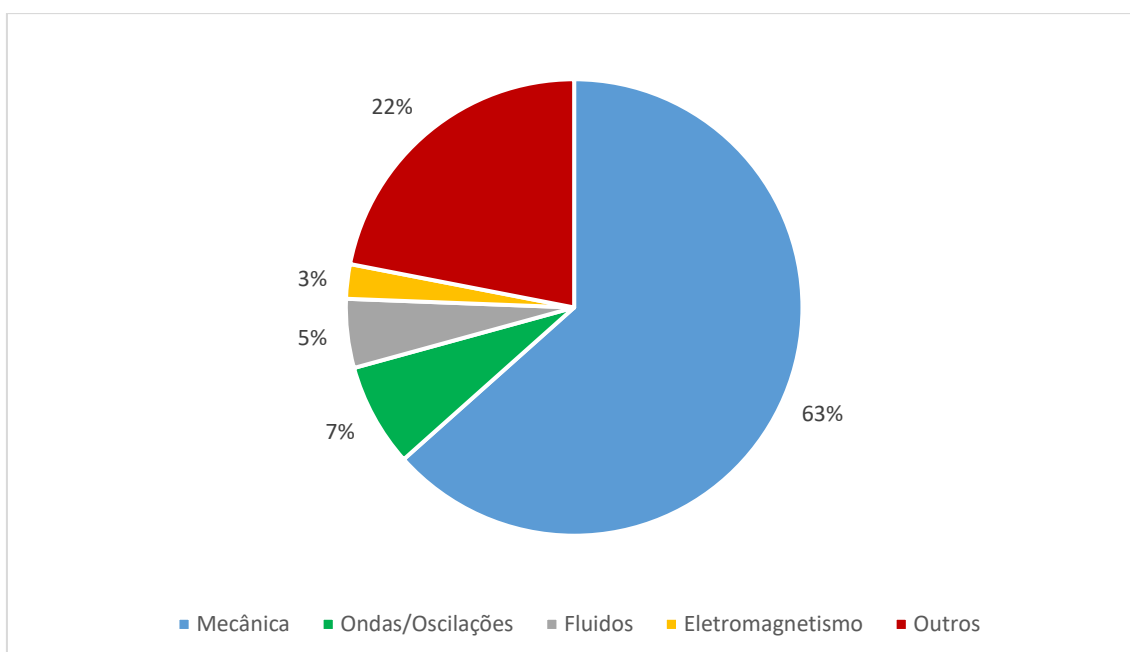
Isso mostra que, mesmo com o crescimento da área, o ensino de física amparado pela videoanálise aparece pouco nos periódicos de ensino de física. É verdade que não existe um abismo entre os números gerais das publicações nacionais, comparadas com as internacionais. Mas quando comparamos percebemos que no exterior as preocupações são, de maneira sutil, mais abrangentes como pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1 – Comparação entre trabalhos nacionais e internacionais, por categorias.

	Periódicos Nacionais	Periódicos Internacionais
Verificação	23	43
Aplicação	11	17
Produção de Material	7	5
Formação de Professores	0	1

Fonte: Autor (2023)

A Tabela 1 mostra que o número de publicações nos periódicos internacionais é maior em todas as categorias e o ranking de produções é o mesmo: 1º - verificação, 2º - aplicação, 3º - produção de materiais e 4º - formação de professores.

Gráfico 9 – Periódicos Nacionais divididos nos conteúdos de física

Fonte: Autor (2023)

Sobre os conteúdos de física, a mecânica tem a imensa maioria dos trabalhos, representando quase 65% do total. As ondas/oscilações são 7% com fluidos (5%) e eletromagnetismo (3%) na sequência. Não foram encontrados trabalhos que explorem a óptica com o auxílio da videoanálise, nos periódicos nacionais.

Novamente percebemos uma tendência alinhada aos trabalhos do exterior, enfatizando a mecânica. Porém, observa-se que a distância entre o número de artigos

de cada conteúdo é muito maior no Brasil, além dos conteúdos estarem dispostos em posições diferentes no ranking de produções.

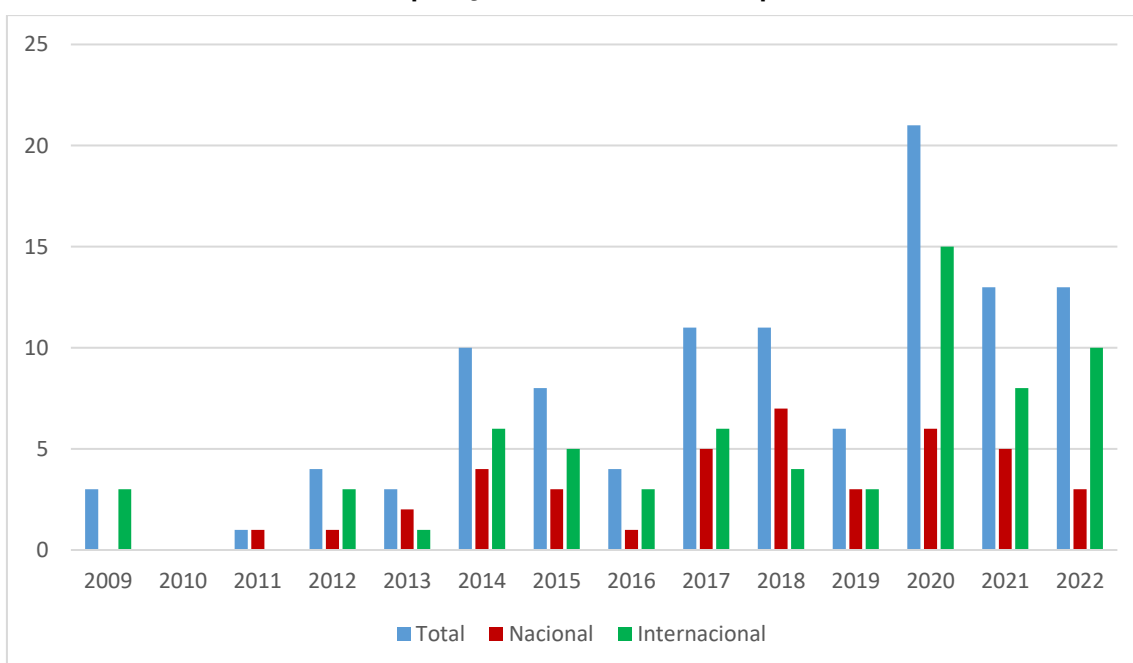
Tabela 2 - Comparação entre trabalhos nacionais e internacionais, por conteúdo.

	Nacionais	Internacionais
Mecânica	26	42
Eletromagnetismo	1	3
Fluidos	2	4
Ondas/Oscilações	3	7
Óptica	0	2
Outros	9	9

Fonte: Autor (2023)

Excluindo a mecânica da análise, podemos observar que as produções nas revistas internacionais são divididas de maneira mais igualitária entre os conteúdos.

Gráfico 10 – Comparação entre os trabalhos publicados ano a ano



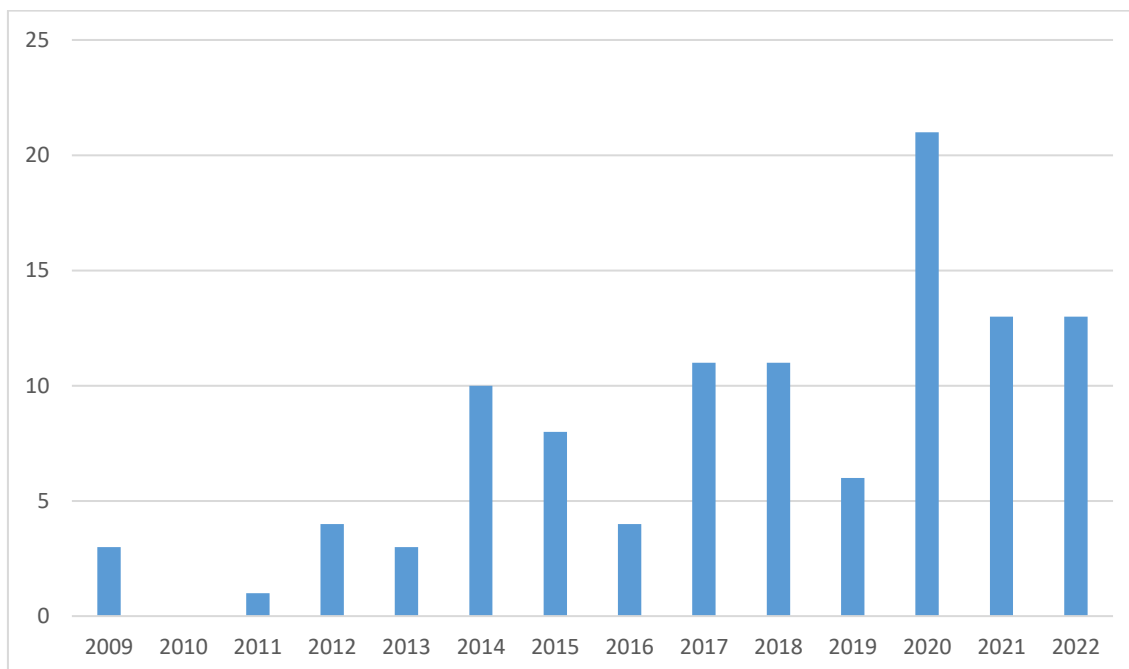
Fonte: Autor (2023)

O gráfico 10 apresenta a distribuição dos artigos publicados de acordo com os anos destacando: o número total de artigos (azul), o número de artigos nacionais (vermelho) e o número de artigos internacionais (verde).

Como destaque, os primeiros trabalhos são de 2009 e todos em periódicos internacionais. Apenas em 2011, as revistas brasileiras abrem espaço para a videoanálise e passam a publicar artigos relevantes ao tema. Os próximos gráficos

são representações individualizadas das distribuições, o que permite uma exploração mais detalhada das informações.

Gráfico 11 – Total de publicações ano a ano



Fonte: Autor (2023)

O 11º gráfico apresenta o total de publicações desde 2009 (que marca o uso do termo videoanálise). Nota-se que a produção de artigos de videoanálise oscila ao longo dos anos, de maneira que em 2014 houve 10 trabalhos e, em 2016, o número caiu para 4 (3 internacionais e apenas 1 nacional). Entretanto, após 2020 o número anual de artigos se manteve acima de uma dezena.

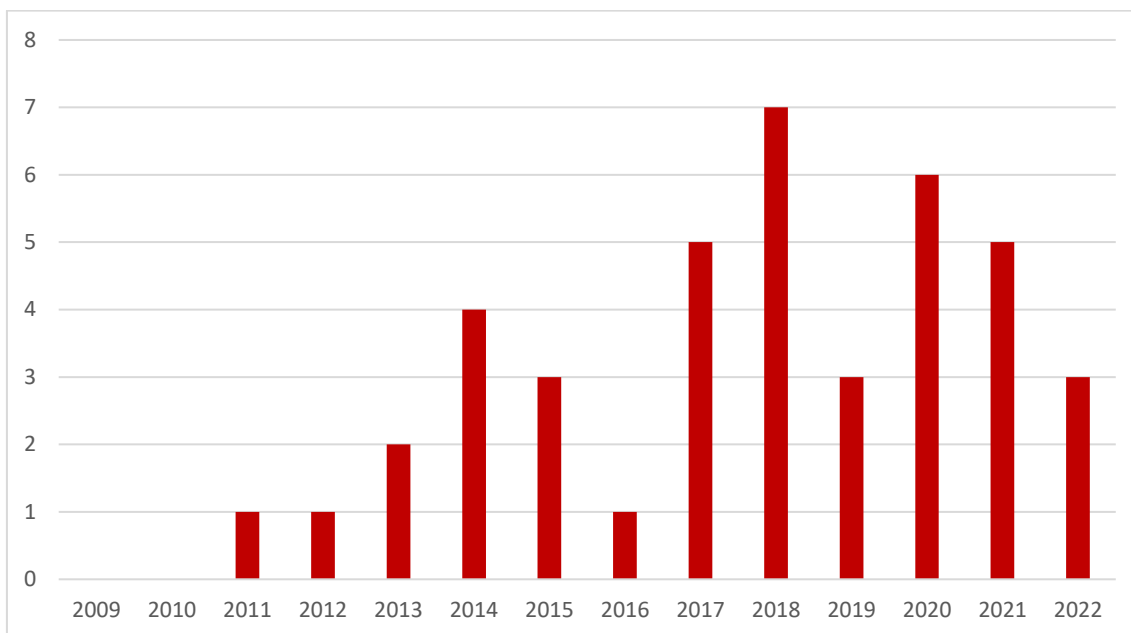
O ano de 2010 não conta com trabalhos nos periódicos presentes na ferramenta de acesso da UTFPR e o auge ocorre no ano de 2020 (6 nacionais e 15 internacionais), muito provavelmente devido à pandemia de COVID-19, que serviu de estímulo ao uso de TIC, inclusive da videoanálise.

Entre 2020 e 2022, quase 70% dos trabalhos internacionais se encontram no periódico “*Physics Education*”, destacando novamente a revista como destaque nas publicações do tema desta tese.

Depois de 2014, o número de artigos que utilizam a videoanálise nas aulas de física tem mantido números consistentes de produção com pelo menos quatro produções no ano. As situações específicas das conjunturas nacionais e

internacionais serão discutidas na sequência, destacando fatores relevantes e específicos a cada realidade.

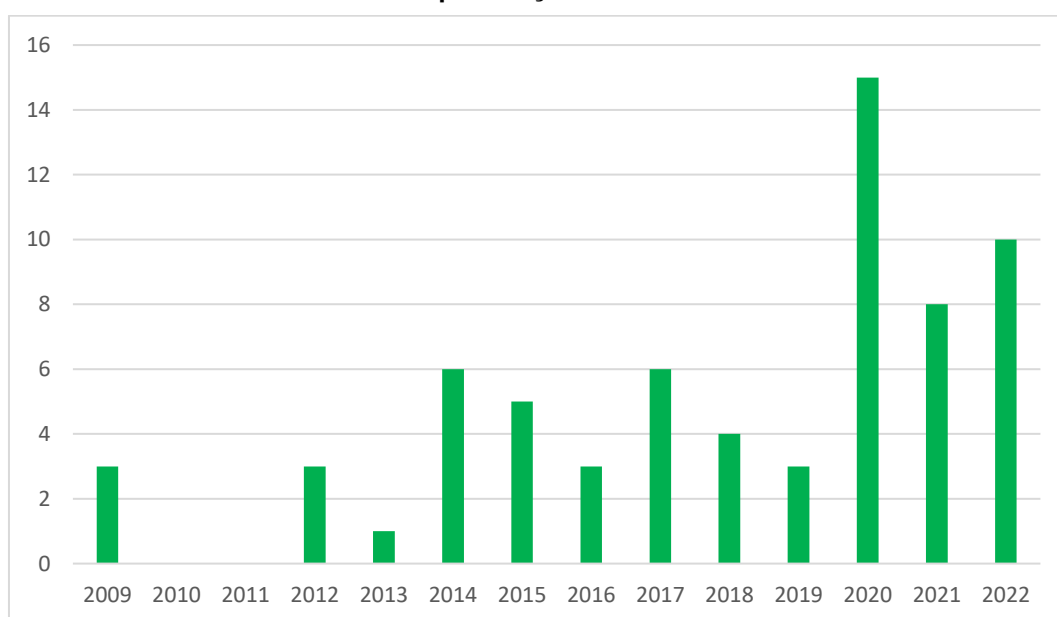
Gráfico 12 – Total de publicações nacionais ano a ano



Fonte: Autor (2023)

A videoanálise passa se fazer presente em 2011 nos periódicos nacionais e os padrões são mais instáveis, oscilando de uma maneira mais evidente e adquirindo constância a partir de 2017, apresentando o pico em 2018 com 7 trabalhos distribuídos em 6 revistas.

Gráfico 13 – Total de publicações internacionais ano a ano



Fonte: Autor (2023)

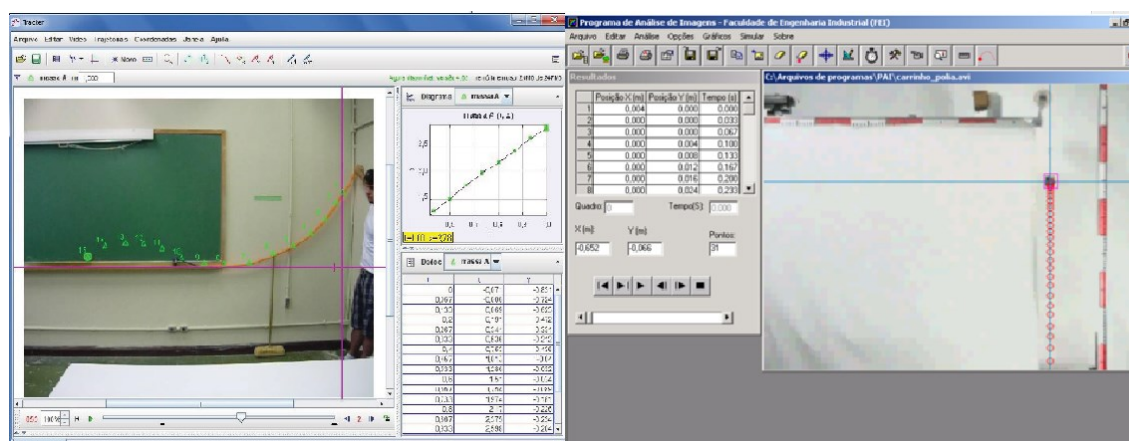
Já as produções nas revistas internacionais, representadas pelo gráfico 13, exibem um comportamento mais sólido desde 2014, mantendo de 3 a 7 trabalhos por ano. O ápice se encontra em 2020, com 15 artigos.

Após a pandemia da COVID-19 ter sido anunciada, a educação passou a necessitar de um suporte tecnológico jamais visto na história, o que implica em uma necessidade de iniciativas que façam uso da tecnologia para o ensino.

No contexto daquilo que vem sendo apresentado, cabe chamar a atenção para que a experimentação é crucial no processo de compreensão de fenômenos físicos (ALVES FILHO, 2000; CHAVES; SHELLARD, 2005) e, por isso, a confecção e disponibilização de materiais e práticas é determinante para a evolução do ensino de física, o que tem relação com a videoanálise.

Com relação à videoanálise no Brasil, merece destaque que, em 2002, foi publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física o artigo intitulado: “Desenvolvimento e Utilização de um Programa de Análise de Imagens para o Estudo de Tópicos de Mecânica Clássica” de Barbeta e Yamamoto. Basicamente os objetivos deste programa, nomeado PAI, eram semelhantes aos do uso do *Tracker*: observação quadro a quadro para posterior análise dos fenômenos físicos envolvidos. Na Figura 4, são apresentadas capturas de tela características do *Tracker* e do PAI.

Figura 4 – Comparação entre os layouts do *Tracker* (à esquerda) e do programa de análise PAI (à direita).



Fonte: Bezerra JR *et al* (2012) e Barbeta e Yamamoto (2002)

O programa desenvolvido aqui no Brasil tem uma qualidade muito grande, porém, devido à difícil obtenção, já que não se trata de um *software* livre, e à pouca divulgação, um dos trabalhos pioneiros (o termo videoanálise ainda não era usado)

acabou esquecido. Logo, a importância de um Recurso Educacional Aberto (REA) como o *Tracker* precisa ser destacada na presente tese.

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).

O crescimento na utilização da videoanálise, evidenciado pelos dados apresentados, contribui para estabilização de trabalhos que influenciarão a formação dos professores e a inclusão de recursos tecnológicos no ensino básico.

Importante ressaltar que o uso consciente e efetivo da tecnologia no ensino, não é uma preocupação recente e nem de exclusividade das pesquisas científicas. A preocupação sobre a formação dos professores e os cursos de licenciatura existe e é abordada em vários artigos científicos e documentos oficiais. A busca pela inserção de tecnologias, bem como sua utilização completa em sala de aula, é uma necessidade presente desde o início dos anos 2000.

Essa não é uma discussão nova. Pelo contrário, a orientação de que as TD fossem inseridas nos projetos dos cursos de formação inicial de professores foi proposta desde 2002, quando o Conselho Nacional de Educação (CNE) instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica em nível superior. Consta nesse documento que a organização curricular dos cursos observará orientações referentes ao uso de tecnologias da informação, bem como de materiais de apoio inovadores (...)O que se observa é que este é um tema consolidado nos documentos que regem os processos de formação inicial de professores e que, pelo caráter de legalidade, essas recomendações são orientações que precisam ser consideradas nas políticas curriculares dos cursos de licenciatura. (SANTOS *et al*, 2021)

Segundo Santos *et al* (2021), as necessidades apontadas em documentos e portarias do Ministério da Educação, são satisfeitas pelas universidades analisadas (universidades nordestinas), levando-se em conta aspectos como: ensino pesquisa e extensão.

A título de exemplo, se analisarmos a matriz do curso de licenciatura da UTFPR percebemos que as seguintes disciplinas se relacionam diretamente com tecnologia: Tópicos de Informática para o Ensino de Física, Computação para o Ensino de Física, Computação Gráfica 1, Educação e Tecnologia, História da Técnica

e da Tecnologia, Filosofia da Ciência e da Tecnologia, Computação 1, Física e Tecnologia.

Dentro deste contexto, o processo de videoanálise pode ser utilizado, permeando disciplinas e cursos, agindo como prática central ou auxiliar das diversas necessidades envolvidas no ensino-aprendizagem. Desta maneira o alinhamento entre as práticas de sala de aula e os objetivos dos documentos oficiais são contemplados. Assim, o produto desta tese visa a junção de práticas e experiências desenvolvidas pelo grupo de pesquisa nesses anos e também ser apoio para as diferentes realidades educacionais do país, mantendo diálogo com a produção científica internacional.

5. A EXPERIMENTAÇÃO, LABORATÓRIO E VIDEOANÁLISE

Canivete Suíço. Há 300 anos, se esse termo fosse utilizado em uma conversa informal entre amigos, o estranhamento seria evidente. Hoje, além de fazer referência a um instrumento que conta com diversos artefatos (cortador de unha, alicate, faca, saca-rolhas, laser etc.) também é sinônimo de algo que cumpre diversas funções. A origem do instrumento data do final do século XIX e esse termo (canivete suíço) aparece 50 anos depois, quando os soldados americanos tinham dificuldades em pronunciar o nome original (Offiziersmesser) (VICTORINOX, 2021).

No futebol, o camisa 5 não pode ser mais um “cão de guarda”, sendo fundamental na construção de jogadas e saída de jogo. O camisa 10 não pode mais ficar parado esperando a bola no pé, tem que marcar, cobrir lateral, abrir espaço. E o treinador do passado virou estrategista, analista, incentivador, professor, *manager*, ou simplesmente... um técnico.

Antigamente, existia o treinador, e ninguém dava muita atenção a ele. O treinador morreu, de boca fechada, quando o jogo deixou de ser jogo e o futebol profissional precisou de uma tecnocracia da ordem. Então nasceu o técnico, com a missão de evitar a improvisação, controlar a liberdade e elevar ao máximo o rendimento dos jogadores, obrigados a transformar-se em atletas disciplinados. (GALEANO, 2019, p. 18)

O termo “multitarefa” foi acrescentado ao vocabulário e ao dia a dia, em diversos cenários do século XX.

Na modernidade, a versatilidade aparece como ponto fundamental das coisas cotidianas. Os carros que, originalmente, apenas carregavam as pessoas de um lado para outro, possuem cada vez mais dispositivos de conforto: rádio, ar-condicionado,

teto solar, computador de bordo. Os celulares, que antes impressionavam pela simples função auxiliar de enviar mensagens de textos, estão muito mais avançados do que os computadores de 15 anos atrás: permitem jogos online, enviar mensagens, filmar, tirar fotos, possuem calculadora, bússola, GPS, *softwares* específicos, redes sociais etc.

Aquilo que denominamos tecnologia se apresenta, pois, como uma realidade polifacetada: não apenas em forma de objetos e conjuntos de objetos, mas também como sistemas, como processos, como modos de proceder, como certa mentalidade. (CUPANI, 2011, p. 12)

Com os professores, não é diferente. São cobrados para acolher, produzir material, coibir, criar, cumprir e, se der tempo, trabalhar o seu conteúdo. Isso acabou influenciando na variação de perfil desses profissionais, nos últimos anos. No que diz respeito ao ensino, contamos com muitos dispositivos, inovações, práticas e ideias que tem como objetivo enriquecer o processo, cada vez mais “polifacetado”.

Em 2019, o mundo foi assolado pela pandemia da COVID-19. Desde então, o nível de cobrança, bem como o de funções, aumentou para os professores e suas estratégias precisaram ser revistas. Ocorreu um aumento significativo nos preços de mesas digitalizadoras, os ambientes virtuais começaram a ser utilizados de maneira mais consistente e diversas metodologias e práticas foram afetadas.

Consequentemente, as dificuldades impostas aos profissionais que não tinham costume de utilizar a tecnologia em suas práticas educacionais com recorrência, encontraram muitas dificuldades para desenvolver seu trabalho. Lembrando que os percalços tradicionais continuam no caminho.

No caso da física a comparação, superficial, com a matemática ainda existe: “física é igual a matemática”, dizem alguns (quase todos) estudantes e colegas professores. E aprende-se, desde a graduação que existem diversas maneiras de se trabalhar um conteúdo: resolução de problemas, abordagens lúdicas, experimentação, entre outras.

Como discutido anteriormente, as instituições de ensino básico, dificilmente, apresentam condições materiais que permitam desenvolver determinadas práticas, limitando o professor ao bom e velho quadro e giz. No caso da experimentação podemos observar diferença na abordagem acadêmica e o que, de fato, ocorre no cotidiano profissional.

No tocante às práticas experimentais, é importante destacar que o atual estudante é o futuro trabalhador e a compreensão de que suas habilidades devem

fundir-se com o objetivo de aprimorar-se vem se destacando nos documentos oficiais de diversos países, como no caso dos EUA.

Cursos introdutórios de física geralmente incluem exercícios de laboratório destinados a elucidar princípios físicos específicos (por exemplo, constantes de mola paralelas versus séries ou a resistência efetiva de uma rede). Esses experimentos, e aqueles em muitos cursos de laboratório avançado, podem ser reprojados para incorporar elementos de física aplicada, talvez em um contexto comercial, enquanto ainda abordam os princípios básicos da física que se espera que os alunos aprendam. Use aplicativos comerciais em cursos de laboratório para ilustrar conceitos fundamentais. (APS, 2016, p. 26)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), reconhece que o protagonismo dos estudantes deve ser reforçado e uma das necessidades é que esse aperfeiçoamento ocorra envolvendo práticas experimentais e contextos tecnológicos. Tudo isso, através de abordagens que possibilitem o entendimento, por parte dos estudantes, de sua própria aprendizagem.

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. (BNCC, p. 551)

Como a experimentação foi ressaltada como uma estratégia eficaz de aprimoramento, é necessário utilizar uma definição de como pode ser realizado esse processo nas salas de aula do ensino básico. Costa (2017) apresenta três formas da experimentação: Laboratório de Demonstração, Laboratório Tradicional e Laboratório Divergente. Cada um conta com uma definição e objetivos bem definidos e que apresentam níveis de profundidade variados.

O Laboratório de Demonstração funciona, como o próprio nome diz, com o intuito de demonstrar algo para o estudante, colocando-o no papel de observador, sem interação com os equipamentos. Essa abordagem tem como objetivo apresentar, mostrar determinada situação ou fenômeno e limita o contato do estudante. Pode ser utilizado em contextos mais elementares, nos quais a visualização é satisfatória.

Nessa situação, o material desta tese conta com os vídeos dos experimentos antes e depois do processo de videoanálise, permitindo que seja apresentado e/ou visualizado sem a necessidade de desenvolvimento por parte dos professores e estudantes. Neste caso, os vídeos gravados anteriormente podem ser explorados sem que o observador tenha conhecimento da situação de montagem e gravação.

Já o Laboratório Tradicional é aquele que fornece um guia bem definido das ações a serem executadas, das montagens realizadas e dos resultados esperados. Assim, os estudantes seguem uma cartilha e entregam os resultados no tempo estipulado previamente.

Essa forma de trabalho também é possível de ser realizada com os materiais presentes no produto da presente tese, já que os procedimentos estão registrados e podem ser seguidos à risca, obtendo valores estabelecidos, práticas bem definidas e apresentadas nos vídeos e no livro.

Por fim, o Laboratório Divergente é aquele que fornece (ou não) os instrumentos e permite uma abordagem particular e personalizada para observar determinada situação/fenômeno. Talvez seja a possibilidade mais efetiva para a utilização do livro, visto que os materiais disponibilizados garantem aos interessados liberdade para adaptação, personalização e modificação de acordo com as necessidades daquele grupo.

Apresente definição de problema e habilidades de gerenciamento de projeto na experiência de laboratório. Projetos de laboratório abertos conduzidos por equipes podem ser um meio para desenvolver habilidades profissionais e de trabalho valiosas. No Carthage College, experimentos de estudo de caso gerados por alunos são parte da sequência introdutória baseada em cálculo. As equipes de alunos identificam um fenômeno e projetam um experimento para examiná-lo, conduzir o experimento e relatar os resultados. Por exemplo, um grupo estudou acidentes de carro usando fotografia estroboscópica de pesos caindo sobre latas de refrigerante de alumínio. Esses experimentos abertos, gerados por alunos, envolveram efetivamente os alunos na aprendizagem de como os conceitos da física se aplicam ao mundo real e na formação e execução de projetos baseados em equipes. (APS, 2016, p. 27)

As utilizações da videoanálise estão condicionadas aos interesses e responsabilidades dos envolvidos no processo, visto que a produção/utilização de artefatos e técnicas, são particulares.

É importante ressaltar que, talvez, a experimentação deva ser conduzida de forma crescente pelo professor para que, tanto ele quanto os estudantes, compreendam a relevância e as vantagens e desvantagens de cada tipo de laboratório.

Cabe analisar se estudantes que não tiveram experiência no laboratório de demonstração e tradicional, conseguiriam sentir-se confortáveis para personalizar ou sugerir uma prática de laboratório.

Essa diversidade nas formas de experimentação é importante em vários contextos, visto que é uma parte fundamental no processo. Quando compreendemos

que, nessa etapa, ocorre a observação daquilo que foi trabalhado em sala de aula de maneira, na maioria das vezes, abstrata, a importância desta etapa torna-se notável.

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. Elas permitem o controle do meio ambiente, a autonomia face aos objetos técnicos, ensinam as técnicas de investigação, possibilitam um olhar crítico sobre os resultados. Assim, o aluno é preparado para poder tomar decisões na investigação e na discussão dos resultados. O aluno só conseguirá questionar o mundo, manipular os modelos e desenvolver os métodos se ele mesmo entrar nessa dinâmica de decisão, de escolha, de inter-relação entre a teoria e o experimento. (SERÉ *et al*, 2003, p. 39)

Por isso, o livro (produto educacional da tese) se apresenta como uma ferramenta que fornece uma versatilidade para as práticas experimentais, proporcionando liberdade e inúmeras possibilidades para os agentes do processo de ensino e aprendizagem.

Higa e Oliveira (2012, p. 92) destacam que, ao menos nas pesquisas em ensino de física, as abordagens experimentais já não são puramente demonstrativas e focadas no professor. Isso permite considerar que o protagonismo seja compartilhado entre professores e estudantes na medida em que delega responsabilidades para todos. Assim, a prática atravessa processos cíclicos que se aprimoram de acordo com a evolução dos materiais.

Para que isso se torne possível, necessitamos compreender a videoanálise como um processo, uma técnica utilizada para potencializar a aprendizagem e, mais do que isso, instigar o estudante a desenvolver competências e habilidades relevantes para sua vida.

Adaptando as definições apresentadas por Cupani (2011, p. 21), podemos definir as instruções presentes no livro (bem como possíveis cursos ministrados) como parte de uma técnica (videoanálise) que faz uso adequado de uma tecnologia (*software Tracker*), para os processos de experimentação, ensino e aprendizagem.

O uso da videoanálise aprofunda a discussão relacionada às situações naturais percebidas pelas pessoas no seu entorno e percebidas com o auxílio de certo experimento e, paralelamente, o uso da tecnologia que encaixa, nessa visão, o formalismo científico.

(...) a intervenção da ciência na produção de artefatos é vista geralmente como geradora de uma diferença importante entre a técnica tradicional, baseada no conhecimento empírico do mundo, e a tecnologia, resultante da aplicação do saber teórico. (CUPANI, 2011, p. 14)

Laburú (2005) apresenta “quatro categorias que revelam a escolha ou a prioridade dada a um determinado equipamento ou experimento”: Motivacional, Funcional, Instrucional e Epistemológica. São definições que separam os experimentos de acordo com os objetivos da aplicação. A seguir, serão apresentadas cada uma das categorias, com sua respectiva definição e, ao mesmo tempo, serão discutidas as relações e potencialidades da videoanálise em cada um desses contextos experimentais.

Em primeiro lugar, temos a categoria Motivacional. Nesta, os professores e estudantes percebem um potencial para “chamar atenção”, é interessante, prende a atenção do espectador e, ao mesmo tempo, o incentiva a buscar entender o que está acontecendo.

A experimentação auxiliada pela videoanálise tem um poder motivador em sua essência, visto que abre possibilidade de escapar da prática tradicional e faz com que (se for do interesse) os estudantes produzam suas próprias experiências em ambientes alternativos, com uma ferramenta incomum (*Tracker*) em dispositivos relevantes para o contexto dos jovens do século XXI (celulares e computadores).

O programa permite que se filme o próprio experimento, se utilize as próprias referências, extraia desenhos e gráficos, mantendo todas as etapas visíveis e passíveis de serem revisitadas posteriormente. Essas características podem inserir a videoanálise na categoria motivacional.

Esta categoria pode encaixar-se em qualquer uma das definições de laboratórios já citadas, uma vez que o aspecto marcante de certo fenômeno pode ser explorado em diferentes níveis de profundidade, desde a eletrização por atrito que permite um canudo de plástico ficar grudado no quadro, até a produção de nanopartículas em um laboratório específico.

Em seguida, é analisada a categoria Funcional. Esta é marcada pela facilidade no acesso e desenvolvimento, no custo, na segurança e organização, como o nome já diz, na funcionalidade de determinada prática.

Mais uma vez, as experimentações desenvolvidas com a videoanálise mostram as possibilidades de uma abordagem que esteja relacionada a esta categoria, visto que os materiais estão disponíveis na *Internet*; funciona nos três tipos de laboratórios citados, permitindo o trabalho em níveis diferentes de profundidade; são gratuitos (tanto o *software* quanto o livro e vídeos); não causam acidentes e nem

desorganização, uma vez que os estudantes interagem com os experimentos pelas telas dos computadores.

Indica-se para esta categoria uma abordagem guiada pelo livro, relacionada ao laboratório tradicional, visto que a experiência será baseada em práticas e informações já obtidas e registradas no livro.

A categoria Instrucional é marcada pela verificação, visualização de fenômenos, promove o contato com técnicas de laboratório e contribui na explicação de fenômenos abstratos vistos nas aulas expositivas.

A tese e seu produto, bem como o *software* utilizado, contribuem no tratamento de dados de assuntos mais difíceis e com as técnicas complexas necessárias no experimento tradicional.

Se necessário, o livro pode funcionar como um guia de atividade, na medida em que apresenta os instrumentos e as formulações matemáticas e resultados numéricos. No entanto, pode-se enaltecer a capacidade de auxílio que a ferramenta oferece às práticas experimentais.

Por exemplo: em Bezerra *et al* (2015), o equipamento utilizado estava relacionado com o experimento de Millikan. Nele, é necessário observar uma gota de óleo que sobe e, com a mudança no campo elétrico, desce. Com o auxílio de uma escala posicionada no fundo do microscópio é possível utilizar uma equação resultante da interação de forças para encontrar o valor da carga do elétron. Entretanto, quando o experimento é realizado de forma tradicional (com cronômetros, papel e caneta) é obrigatório a presença de, pelo menos, duas pessoas. Ainda assim, os erros humanos são potencializados pelas diferenças nos tempos de reação.

Com o auxílio da videoanálise, a imagem pode ser revisitada inúmeras vezes, garantindo que o experimento seja analisado de maneira efetiva e a técnica empregada, bem como as observações realizadas, tenham a qualidade aumentada (PERES, 2016, p. 50).

Além disso está alinhada com os interesses sociais do desenvolvimento da juventude, contemplando a formação analítica e permitindo que alie diversos instrumentos para aquisição de habilidades e competências.

Os objetivos de aprendizagem das habilidades científicas e técnicas incluem a capacidade de resolver problemas mal colocados por meio de experimentos, simulações e modelos analíticos; determinar investigações subsequentes; e identificar as necessidades de recursos. Eles também incluem competências em instrumentação, *software*, codificação e análise de dados. (APS, 2016, p. 2)

Por fim, apresenta-se a categoria Epistemológica. Nela o estudante observa o sentido das formulações matemáticas, elucida questões complexas e mostra sentido naquilo que foi abordado na teoria.

O potencial dos temas desta tese é grande para esta categoria: como se trata de um *software* de análise de vídeo, o próprio programa apresenta funções matemáticas que fazem a ligação entre a teoria e a prática.

Os fenômenos não só são evidenciados como ficam registrados em vídeo, permitindo que o estudante revise, reveja e analise o fenômeno de diferentes formas (acelerando o vídeo, reduzindo a velocidade, pulando um número determinado de frames etc.). Com isso, a situação não fica somente no campo abstrato.

Ao mesmo tempo, pode-se explorar justamente as diferenças entre os resultados. Enquanto nos problemas e exercícios resolvidos nos livros e apostilas, diversas situações são idealizadas (fio inextensível, massa desprezível, superfícies sem atrito, ausência de resistência do ar), nos vídeos gravados todas as situações são reais. Aí, cabe ao professor discutir com seus estudantes os reflexos destes pontos nas situações trabalhadas.

Segundo Pena e Ribeiro Filho (2009), a experimentação apresenta obstáculos em sua inserção, mesmo que a produção de trabalhos seja significativa. Segundo os autores existem três aspectos principais que podem elucidar essa dificuldade: despreparo dos professores, condições de trabalho e falta de pesquisas que abordem sobre o que os estudantes aprendem.

Os trabalhos realizados para a construção desta tese têm buscado, desde sua concepção original, amenizar todas essas questões. O grupo de pesquisa tem se esforçado desde sua criação para construir materiais que fornecessem suporte para professores e estudantes, na medida em que oferece as práticas, materiais, técnicas e metodologias próprias, estando diretamente ligado à primeira situação citada.

Paralelamente, presta auxílio às próprias instituições, já que não exige a aquisição de experimentos, equipamentos específicos para as práticas. Como os materiais são Recursos Educacionais Abertos (REA), tudo que foi concebido está à disposição dos interessados para que os utilizem da maneira que melhor lhes satisfaça.

Voltando atenções para o terceiro aspecto, podemos dizer que a etapa da pesquisa em campo, busca, entre outras coisas, refletir sobre os processos de ensino e aprendizagem inerentes ao processo de validação do produto educacional. Como a

metodologia de pesquisa gira ao redor da investigação-ação, os sinais de aprendizagem dos estudantes devem ser discutidos e ressignificados para, posteriormente, aperfeiçoar o processo de experimentação mediado pela videoanálise.

Para além de todos os aspectos já citados, deve-se também considerar o potencial que práticas diversificadas, como as propostas neste trabalho, tem ao impactar e motivar o estudante a realizar atividades que representem para ele, mais do que um simples experimento de física. Neste sentido, a videoanálise pode favorecer o trabalho dos professores e/ou estudantes pelo prazer que oferece na própria técnica: uso de *software*, modelagem, computação e tecnologia (CUPANI, 2021, p. 21).

Segundo Higa e Oliveira (2012, p. 83) a experimentação é valorizada por proporcionar dois tipos de abordagens: aprendizagem e a interação.

Dentre a abordagem que valoriza aprendizagem, encontramos os seguintes enfoques em promover atividades experimentais: para compreender a atividade científica e para articular conhecimentos teóricos aos práticos. Dentre a abordagem que visa à interação, as atividades experimentais são importantes quando promovem a participação do aluno na execução da atividade, a relação entre os participantes e a interdisciplinaridade. (HIGA; OLIVEIRA, 2012, p. 83)

Pelos aspectos já discutidos, em especial a versatilidade, podemos definir o instrumento central deste trabalho (videoanálise) como um ponto comum aos dois aspectos. Ao mesmo tempo em que oportuniza o “manuseio”, insere ações experimentais e constrói relações entre o conceitual e o prático, também envolve o estudante em uma atividade personalizada, utilizando ferramentas modernas e práticas inovadoras.

Como exemplo, temos o capítulo 3 do livro – Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado – que apresenta duas propostas: a prática do trilho de ar (tradicional) e outra voltada para a observação de carrinhos de brinquedo (divergente). Este aspecto relaciona-se à versatilidade destacada neste capítulo.

Essas considerações reforçam o potencial da estruturação da videoanálise como ferramenta principal nas práticas experimentais realizadas em salas de aula do ensino básico, uma vez que esta pesquisa contribui na discussão dos três principais pontos relacionados as dificuldades da experimentação no ensino de física.

Além disso, apresenta ao estudante a possibilidade de utilizar ferramentas diferenciadas, situações-problema mais amplas, abstrações, observações para

perceber a sua liberdade cognitiva e aplicar os conhecimentos teóricos em situações que apresentem um número maior de possibilidades.

Por meio do desenvolvimento dessa competência específica, de modo articulado às competências anteriores, espera-se que os estudantes possam se apropriar de procedimentos e práticas das Ciências da Natureza como o aguçamento da curiosidade sobre o mundo, a construção e avaliação de hipóteses, a investigação de situações-problema, a experimentação com coleta e análise de dados mais aprimorados, como também se tornar mais autônomos no uso da linguagem científica e na comunicação desse conhecimento. Para tanto, é fundamental que possam experienciar diálogos com diversos públicos, em contextos variados, utilizando diferentes mídias, dispositivos e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), e construindo narrativas variadas sobre os processos e fenômenos analisados. (BNCC, p. 558)

Cabe ressaltar que a tese e seu produto se mostram alinhadas aos documentos oficiais e em ressonância com a BNCC no que tange as novas ideias para o ensino de Ciências da Natureza, como a experimentação e a utilização de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação.

5.1 O espaço da videoanálise na academia.

Nos capítulos anteriores, foram discutidos diversos tópicos que influenciam – e são influenciados - no processo de videoanálise. Com isso, a estruturação do livro surge para contribuir com todos os envolvidos no ensino: ensino básico, superior, estudantes e professores. Mas, afinal de contas, como esse processo de videoanálise pode se encaixar na estrutura acadêmica vigente? Seria, apenas, um projeto, uma linha, um campo de pesquisa, uma área de conhecimento? Primeiro, é fundamental reforçarmos o alcance e as possibilidades de utilização para, posteriormente, encontrarmos o “lugar” desse processo. Para isso, serão explorados alguns pontos que contribuam na tentativa de estabelecer critérios de inserção em determinado “posto”.

Como esta tese versa sobre o pressuposto de que a videoanálise consiste em um processo, é importante observar diversos aspectos que impactem nos envolvidos: a formação do professor-pesquisador, que leva o processo de videoanálise para as salas de aula; a ciência que é o motivo do processo; a tecnologia, ponto inerente às práticas de ensino deste novo século; e, por fim, a estrutura de organização acadêmica.

Como discutido anteriormente, é de vital importância que a mudança ocorra na base de formação, incluindo a dos professores e contribuindo para que estes sejam formados de maneira a impactar significativamente o ensino e a aprendizagem.

Segundo Carvalho e Gil-Pérez (2009, p. 38-39) é crucial que ocorra um aprimoramento constante na formação de professores, para que a prática se relacione com o cotidiano de forma natural. Naquilo que chamam de “saber analisar criticamente o ensino habitual”, os autores nos possibilitam destacar o impacto do processo de videoanálise no ensino (vide Quadro 1).

Quadro 1 – Possibilidades entre formação de professores e processo de videoanálise.

Aspectos de atenção na formação de professores.	Contribuições possíveis do processo de videoanálise.
Conhecer as limitações dos habituais currículos enciclopédicos e, ao mesmo tempo, reducionistas (deixando de lado aspectos históricos, sociais etc.). Conhecer e ter em conta que a construção de conhecimentos precisa de tempo.	Inserir de forma obrigatória e natural a tecnologia para o desenvolvimento das atividades. Assim, como é um processo que deve ser revisitado e ressignificado, surge como um importante aliado na formação dos futuros professores.
Conhecer as limitações da forma habitual de introduzir conhecimentos (esquecer as concepções espontâneas dos alunos, tratamentos puramente operativos etc.).	Garante liberdade para o desenvolvimento por parte dos estudantes em conjunto com os professores. A abordagem divergente proporciona a inserção de concepções espontâneas e abordagens adaptadas para cada situação.
Conhecer as limitações dos trabalhos práticos habitualmente propostos (como uma visão deformada do trabalho científico).	Como o processo de videoanálise proporciona atividades singulares, cabe aos envolvidos encontrar a melhor forma de utilização.
Conhecer as limitações dos problemas habitualmente propostos (simples exercícios repetitivos).	Filmagem e análise de situações reais.

Conhecer as limitações das formas de avaliação habituais (terminais, limitadas a aspectos conceituais).	Com a possibilidade de uso de diversas mídias, o processo avaliativo pode ser desenhado de forma adaptável às necessidades daquele grupo.
Conhecer as limitações das formas de organização escolar habituais, muito distantes das que podem favorecer um trabalho de pesquisa coletivo.	O processo é desenvolvido, preferencialmente, em grupo e pode ocorrer em espaços não formais de ensino.

Fonte: Adaptado de CARVALHO; GIL-PÉREZ, p. 41 (2009)

Portanto, o ensino de videoanálise pode ser um grande apoio na formação de professores, aliando prática, conceitos, observações e tecnologia através de uma condução maleável aos diversos interesses. Por meio do processo de videoanálise, há a possibilidade de uma integração:

Já nos referimos ao fracasso em que resultou a concepção da formação do professor como a simples soma de preparação científica e cursos gerais de Educação (...) Este modelo somatório de saberes acadêmicos como base da formação dos professores de ciências tem como principal obstáculo a falta de integração dos princípios teóricos estudados nos cursos de Educação com a prática docente, o que é ressaltado sob ângulos tão diversos, como as pesquisas sobre o pensamento e a tomada de decisões do professor, ou a análise das escolas eficazes. (CARVALHO; GIL-PÉREZ, p. 79, 2009)

Outro aspecto a se considerar é a relação direta entre a aprendizagem e o fazer ciência. Apenas decorar equações, resolver exercícios, construir mapas conceituais e apresentar seminários, não aproxima o estudante de um dos objetivos mais importantes: apreciar a ciência. De acordo com Gil-Pérez *et al* (2001), “Visões empobrecidas e distorcidas que criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem num obstáculo para a aprendizagem.”. Evidentemente este é um aspecto muito complexo para incluir nas aulas, mas é necessário pensar em alternativas que deem suporte a essa necessidade.

Uma das formas mais significativas de aproximar a ciência aos diversos contextos dos jovens estudantes – do ensino básico e da graduação – é através da tecnologia. Já foi explicitado em capítulos anteriores a forte tendência de incluir tecnologia nos ambientes acadêmicos, o que passou a ser obrigatório no século XXI, visto que o próprio trabalho científico se tornou dependente de aparatos tecnológicos.

Ninguém pretende hoje, evidentemente, traçar uma separação entre ciência e tecnologia: desde a Revolução Industrial os técnicos incorporaram de uma

forma crescente as estratégias da investigação científica para produzir e melhorar seus produtos. A interdependência da ciência e da tecnologia continua crescendo devido à sua incorporação nas atividades industriais e produtivas, e isso torna difícil, e ao mesmo tempo, desinteressante classificar um trabalho como puramente científico ou puramente tecnológico. (MAIZTEGUI *et al*, p. 135, 2002)

Embora exista um distanciamento entre os trabalhos dos pesquisadores e dos professores (CARVALHO e GIL-PÉREZ, p. 85, 2009) é inevitável, a necessidade de se inserir a tecnologia desde a base, caindo em uma pergunta emblemática: se a ciência e a tecnologia não se desvinculam, não é óbvio que caminhamos para um ensino de ciências profundamente vinculado à tecnologia?

A BNCC apresenta como propósito a formação completa para quaisquer objetivos que os estudantes tenham, sejam acadêmicos ou profissionais, englobando todas as áreas de conhecimento. A videoanálise dialoga com essa perspectiva visto que, agora, é explícito que não pertence apenas a uma área delimitada (Física) mas proporciona aspectos na formação que dialogam com outras competências e habilidades envolvendo, intrinsecamente, a ciência e tecnologia.

Manter-se com um ensino tradicional nesse momento de ascendência tecnológica é condenar o ensino, visão reforçada por Maiztegui *et al* (p. 137, 2002): “Perde-se assim uma ocasião privilegiada para conectar com a vida diária dos estudantes, para os familiarizar com o que supõe a concepção e realização prática de artefatos e o seu manuseamento real, superando os habituais tratamentos puramente livrescos e verbalistas.”.

Neste ponto do trabalho uma coisa pode parecer confusa: afinal de contas, o processo de videoanálise pertence, apenas, ao ensino de ciências e matemática? É um braço do ensino de Física? Está ligado, apenas, aos aspectos tecnológicos do ensino? É uma linha de pesquisa? Um campo de pesquisa? Talvez uma área de conhecimento?

Infelizmente, é impossível responder a todas essas perguntas de forma categórica. Primeiro, porque para definirmos a videoanálise enquanto processo, foram necessários anos de diálogos, aplicações em sala de aula, apresentações em congressos, publicações de artigos em periódicos, dissertações e, agora, teses. No que diz respeito a inserção em sala de aula, já ficou estabelecido que abrange diversas perspectivas, de maneira considerável e há uma forte relação com a tecnologia, evidentemente. Entretanto, como classificação acadêmica é necessário refletir com cautela.

Cachapuz *et al* (p. 159, 2001) discutem a didática das ciências como campo de conhecimentos (por isso, será utilizado como parâmetro para a compreensão do “lugar” da videoanálise no meio acadêmico) e apresenta três exigências fundamentais:

- A existência de uma problemática relevante e um interesse relevante que justifique os esforços necessários ao seu estudo;
- O caráter específico dessa problemática, que impeça o seu estudo por outro corpo de conhecimento já existente;
- O contexto sociocultural, bem como os recursos humanos (condições externas).

Ao longo desta tese ficou evidenciada a importância da videoanálise no contexto global de educação. Apoiadas pelos documentos citados, de diferentes regiões do planeta, as TDIC surgem como ferramentas cruciais no ensino atual e em diferentes áreas de conhecimento. Pode-se ficar inclinado a se perguntar: o processo de videoanálise não está compreendido na problemática das TDIC?

A resposta para isso deve ser dada com cautela. Como visto na maior parte dos documentos e orientações, voltadas para o uso de tecnologia em contexto educacional, é necessário instrumentalizar os estudantes deste novo século para que consigam utilizar as ferramentas tecnológicas com suficiência para quaisquer objetivos idealizados. De fato, a videoanálise, através de suas ferramentas (*Tracker*, *VidAnalysis* etc.), pode ser encarada como um recurso auxiliar a essas necessidades. Então, qual seria o motivo de suscitarmos a discussão sobre a relevância do processo de videoanálise? E porque ele estaria acima do “ensino com tecnologia”?

Como ressaltado ao longo desta tese, o processo de videoanálise busca instigar o desenvolvimento de habilidades e competências que contribuam com a formação elementar dos estudantes do ensino básico, da graduação e licenciaturas. De forma resumida e direcionada, seria isto. Entretanto, foi destacada a relevância em outras ramificações daquilo que chamamos de área de conhecimento.

Existe o impacto causado na formação de professores e a importância de municiarmos os futuros docentes, de forma a tornar o uso de tecnologia uma prática comum. Dialoga com as questões de interdisciplinaridade orgânica, visto que a montagem, gravação e análise de dados, pode ser uma intersecção entre as disciplinas trabalhadas. Desfaz a noção de ensino “enlatado”, tradicional e livresco, aproximando o estudante da educação básica a recursos comuns ao seu cotidiano.

Uma visão tradicional de aprendizagem coloca o aluno em um papel passivo como absorvedor de informações; o professor é o transmissor ativo e o currículo é aquele que é ensinado ou transmitido a outra pessoa. De uma perspectiva construtivista, no entanto, o aluno constrói seu conhecimento e o que é construído, os significados que são feitos, dependem do que o aprendiz traz bem como as situações de aprendizagem proporcionadas. O que entendemos então por currículo? quando visto a partir desta perspectiva? Sugerimos que seja o conjunto de aprendizagens experiências que permitem que os alunos desenvolvam sua compreensão. Há uma série de diferenças importantes entre essa visão de currículo e um mais 'tradicional'. Primeiro, o currículo é visto não como um corpo de conhecimento e habilidades, mas como o programa de atividades a partir do qual tais conhecimentos e habilidades possam ser adquiridos e construídos, embora reconheçamos que a seleção de possíveis experiências de aprendizagem é guiado pelo conhecimento de especialistas. (DRIVER; OLDHAM, p. 112, 1986).

Pode ser usado como formação continuada para professores formados há muito tempo, ou aqueles que não tiveram formações específicas e, mesmo assim, lecionam determinadas matérias. É relevante para as escolas, professores e estudantes que não tem a possibilidade de trabalhar em um laboratório de física bem equipado e, ao mesmo tempo, proporciona o trabalho colaborativo seja no micro (professores e estudantes de certa turma, por exemplo) até o macro (pesquisadores de diversas regiões trocando práticas e materiais).

Estando dentro de algumas áreas e subáreas de conhecimento, seja na Física, Ensino de Física ou qualquer outra, o processo de videoanálise será visto, sempre, como uma ferramenta. O que não é o caso.

Sobre a segunda exigência, proponho uma reestruturação de seu significado: *“caráter específico dessa problemática, que impeça o seu estudo por outro corpo de conhecimento já existente”*.

É verdade que o processo de videoanálise não pode ser estudado por outras áreas e subáreas de conhecimento, inclusive é o que vem sendo feito desde 2008, com a criação do *Tracker*. Porém, com as possibilidades se diversificando com uma velocidade tão grande quanto ao aprimoramento científico, pode-se dizer que a tão destacada versatilidade abrange, de maneira significativa, diversas áreas de conhecimento. Sendo assim, proponho outra reflexão: o processo de videoanálise, bem como todas as habilidades envolvidas, poderia estar restrito ao ensino de ciências? Olhando por outro ângulo, aqueles interessados em questões técnicas de filmagem, tratamento de imagens e enquadramento, estariam compreendidos apenas no ensino de física? E o planejamento, organização, trabalho em grupo e comunicação, são conceitos nucleares do ensino de física? Esses aspectos também se relacionam com a terceira exigência.

A videoanálise envolve fatores cruciais para diversas áreas de conhecimento que não podem ser desvinculadas umas das outras, caracterizando o processo como, talvez, um campo específico, linha de pesquisa, área ou subárea de conhecimento.

É necessário, então, um olhar para a parte burocrática relacionada às definições utilizadas na academia: Áreas, Linhas, Grupos, Equipes e Projetos. É importante salientar que essas definições não são tão explícitas quanto parecem. Do site da CAPES, temos a seguinte definição, no que diz respeito às áreas:

A classificação das Áreas do Conhecimento tem finalidade eminentemente prática, objetivando proporcionar às Instituições de ensino, pesquisa e inovação uma maneira ágil e funcional de sistematizar e prestar informações concernentes a projetos de pesquisa e recursos humanos aos órgãos gestores da área de ciência e tecnologia. A organização das Áreas do Conhecimento na tabela apresenta uma hierarquização em quatro níveis, do mais geral ao mais específico, abrangendo nove grandes áreas nas quais se distribuem as 49 áreas de avaliação da CAPES. Estas áreas de avaliação, por sua vez, agrupam áreas básicas (ou áreas do conhecimento), subdivididas em subáreas e especialidades:

1º nível - Grande Área: aglomeração de diversas áreas do conhecimento, em virtude da afinidade de seus objetos, métodos cognitivos e recursos instrumentais refletindo contextos sociopolíticos específicos;

2º nível – Área do Conhecimento (Área Básica): conjunto de conhecimentos inter-relacionados, coletivamente construído, reunido segundo a natureza do objeto de investigação com finalidades de ensino, pesquisa e aplicações práticas;

3º nível - Subárea: segmentação da área do conhecimento (ou área básica) estabelecida em função do objeto de estudo e de procedimentos metodológicos reconhecidos e amplamente utilizados;

4º nível - Especialidade: caracterização temática da atividade de pesquisa e ensino. Uma mesma especialidade pode ser enquadrada em diferentes grandes áreas, áreas básicas e subáreas. (CAPES, 2022)

No Quadro 2, é apresentado um exemplo ilustrativo, com relação a esta classificação.

Quadro 2 – Organização das áreas.

Grande Área	Ciências Exatas e da Terra
Área de Conhecimento	Física
Subárea	Física da Matéria Condensada
Especialidade	Ressonância Magnética

Fonte: Autor (2023)

Para continuar, também é de suma importância a definição de Linha de Pesquisa. Segundo Borges-Andrade (p. 165, 2003), uma Linha de Pesquisa é “um domínio ou núcleo temático da atividade de pesquisa do Programa, que encerra o desenvolvimento sistemático de trabalhos com objetos ou metodologias comuns”. Por fim, de acordo com o departamento de letras modernas da USP, os projetos podem ser entendidos como:

Um Projeto é entendido como uma atividade de pesquisa, desenvolvimento ou extensão realizada sobre tema ou objeto específico, com objetivos, metodologia e duração definidos, e desenvolvida individualmente por um pesquisador ou, conjuntamente, por uma equipe de pesquisadores. (FFLCH)

Novamente, é fundamental reforçar que essas definições não têm um rigor no seu estabelecimento, sendo assim, esses aspectos foram absorvidos pela comunidade acadêmica e científica, mas pouco discutida e organizada. A principal referência encontrada foi um artigo (BORGES-ANDRADE, 2003) que apresenta, ao longo da introdução, o problema citando que uma simples busca no Google apresentava uma série de resultados, mas nenhum com significado e densidade.

Vinte anos depois, a realidade continua sendo a mesma, com o atenuante da existência do próprio trabalho de Borges-Andrade. O que se observa é que as definições são superficiais e feitas sem planejamento e surgindo devido a compreensão de que "...o processo contemporâneo de pesquisa deve ser coletivo e articulado institucionalmente, como forma de garantir sustentabilidade a muitas universidades e outras organizações congêneres." (BORGES-ANDRADE, p. 163, 2003).

Borges-Andrade destaca que para definir o conceito de Linha de Pesquisa é preciso olhar para quatro pontos:

- Determina o rumo, ou o que será investigado num dado contexto ou realidade;
- Limita as fronteiras do campo específico do conhecimento em que deverá ser inserido o estudo;
- Oferece orientação teórica aos que farão a busca;
- Estabelece os procedimentos que serão considerados adequados nesse processo.

Outro fato importante a constatar é que as Linhas de Pesquisa são institucionais, não pertencendo a pesquisadores. Estes podem deter os Projetos de Pesquisa, que representam o nível mais baixo desta hierarquia.

Olhemos então para o processo de videoanálise. Ao longo dos anos ele estabeleceu-se como uma linha de pesquisa (de acordo com os parâmetros citados) pertencente ao PPGFCET, da UTFPR. O grupo ligado a seu desenvolvimento foi o *TrackerBrasil*, liderado pelo professor Arandi Ginane Bezerra Jr.

Entretanto, como ao longo dos anos os rumos, limites, orientações e procedimentos, sofreram mutações, é possível encaixar a videoanálise em outras definições? Por exemplo, um campo de pesquisa?

Para realizar essa investigação, tomemos como exemplo a formação de professores, enquanto campo de pesquisa.

A formação de professores é um campo de estudos relativamente novo no mundo ocidental (ZEICHNER, 2005). Membros da comunidade internacional em pesquisa educacional definiram um marco para o surgimento desse campo no mundo: a publicação de uma revisão da literatura especializada, realizada por Robert F. Peck e James A. Tucker, na edição de 1973 do *Handbook of Research on Teaching*. (DINIZ-PEREIRA, p. 146, 2013)

Segundo o autor, mesmo que algumas pesquisas sobre o desenvolvimento de profissionais tivessem sido realizadas anteriormente, essa revisão de literatura estabeleceu a formação como campo de pesquisa. São 50 anos de tradição. Durante esse período diversas circunstâncias impactaram no desenvolvimento desse campo, com a própria queda do muro de Berlim e as mudanças de concepções relacionadas ao ensino.

Em 2022, foi publicado uma revisão sobre trabalhos relacionados à videoanálise no Brasil (BORDIN et al, 2022). Observa-se que existe uma tendência de crescimento na produção de artigos e reflexões sobre os processos relativos ao processo de videoanálise, visto como relevante às necessidades tecnológicas no ensino. Essa constatação também é reforçada pela análise presente nesta tese.

Ao longo de sua análise, Diniz-Pereira faz um apanhado de trabalhos destacando as principais críticas à pesquisa em formação de professores, como:

(...) foi chamada de “assistemática, ideológica e trivial” (...) “ampla, diversa e multidisciplinar” (...) a falta de tempo, apoio e de investimentos na pesquisa sobre formação de professores; a crença comumente mantida de que a formação docente é um fenômeno muito complexo para ser estudado com êxito (...) grande dispersão temática e a predominância de pesquisas experimentais sobre a formação de professores (...) os marcos conceituais que enquadravam e orientavam as pesquisas encontravam-se ainda bastante dispersos. (DINIZ-PEREIRA, p. 145-154, 2013)

Se a formação de professores conta com todas essas críticas (mesmo sendo um campo tradicional e de interesse de diversas áreas/pesquisadores), evidentemente que o processo de videoanálise também apresenta algumas fragilidades. As publicações ainda são esparsas e relacionadas a grupos específicos, com metodologias diversas e objetivos muito elementares (realizar certo experimento, encontrar determinado valor etc.). Entretanto, não é tão complexo, amplo e disperso como a formação de professores, indicando assim uma limitação nas abordagens.

No que diz respeito à evolução metodológica, em comparação com a formação de professores, o processo de videoanálise teve uma evolução mais acentuada e absorveu parâmetros de maneira mais rápida. Durante os 40 anos (1973

– 2013) o objeto de análise do artigo modificou as bases metodológicas e inseriu metodologias diversificadas, aprimorando o campo gradativamente.

Observou-se também uma grande mudança em termos da abordagem metodológica. Aparecem com mais frequência pesquisas que usam, por exemplo, a análise de depoimentos, as histórias de vida e a pesquisa colaborativa (...) destacaram-se as seguintes técnicas de coletas de dados: a entrevista teve um aumento muito grande; o reaparecimento do questionário; combinação de técnicas de coleta de dados; e o aparecimento de novas técnicas, tais como: grupo focal, entrevista coletiva, grupo de discussão e diário reflexivo. (DINIZ-PEREIRA, p.150, 2013)

Pode-se afirmar que, tomando como início do processo de videoanálise o ano de 2008 com a publicação do trabalho que apresentava o *Tracker*, nesses 15 anos houve uma evolução metodológica evidente sobre a videoanálise. O que antes era visto apenas como uma ferramenta auxiliar ao ensino de mecânica sofreu uma evolução natural, se alastrando para outros tópicos da física, atingindo a matemática, tecnologia, necessidades sociais, formação de professores e outros tópicos relevantes ao processo de ensino e aprendizagem.

O processo de videoanálise já foi projeto, quando um pequeno grupo se reuniu e idealizou a aplicação nas turmas de licenciatura em física da UTFPR. Durante muito tempo, foi Linha de Pesquisa do Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica (PPGFCET). Entretanto, com o aumento da produção científica observada em periódicos e eventos, a produção de materiais, desenvolvimento de minicursos, impactando em questões que englobam o ensino de física, matemática, tecnologia e se relacionando com as necessidades atuais de formação completa, o processo de videoanálise pode ser colocado em uma faixa de transição entre a Linha de Pesquisa e o Campo de Conhecimento. Com a evolução e aplicação em outras “áreas” e “subáreas”, o processo tende, nos próximos anos, a estabelecer-se como um novo campo de pesquisa.

6. OBJETIVOS E PERGUNTA DE PESQUISA

Como visto nos capítulos anteriores, a utilização de tecnologias digitais em contextos educativos vem sendo discutida de forma mais intensa, tanto nas academias quanto nos órgãos oficiais, fomentando o desenvolvimento de práticas, instrumentos e possibilitando, inclusive, colaborações internacionais.

De maneira concomitante e paradoxal, o acesso a todos esses benefícios proporcionados pela tecnologia não têm sido garantido a todos os professores e

estudantes. No Brasil, ainda insistimos em focar nossos esforços para desenvolver e fomentar o uso de ferramentas computacionais básicas, como o editor de textos, editor de planilhas, editor de apresentação etc.

É preciso compreender que os cursos de informática, comuns nos anos 90, que ofereciam formação em pacotes de programas específicos, já não dialogam com as necessidades e interesses das gerações atuais. Os Millennials, são frutos de uma “transição entre culturas” (MARTINS, 2015, p. 148) que manipulam os dispositivos eletrônicos com maior propriedade e, conseqüentemente, as gerações posteriores também.

Tendo isso em vista podemos dizer que o desafio imposto aos estudantes, quando utilizamos as tecnologias nos ambientes educacionais, não funcionam como medidas de incentivo, visto que a superficialidade impera nessas situações.

Assim, a pergunta de pesquisa que guia este trabalho é: **os procedimentos comuns ao ensino de física são potencializados pelo processo de videoanálise, permitindo que aspectos relevantes das interações sociais (comunicação, trabalho em grupo, análise de gráficos, uso de softwares, interpretações de resultados) sejam observados durante as práticas?**

Observar os parâmetros relevantes pode não ser uma tarefa tão simples, quando a descolamos dos objetivos principais e, conseqüentemente, do produto a ser desenvolvido. Por isso, para contribuir com as reflexões necessárias ao processo, os objetivos de pesquisa devem estar definidos e em conformidade com esta pergunta. É nesse contexto que a elaboração do produto desta tese, ganha destaque.

Como estratégia de divulgação e de alcance, elegeu-se o livro como instrumento capaz de aproximar as diversas gerações por estar presente desde o início do nosso processo de estruturação educacional, já no Brasil colônia (MARTINS, 2014, p. 61).

O objetivo principal é: **Construir um livro que insira a videoanálise em experimentos de física, possibilitando que as mais diversas ideias sejam válidas, desde uma simples reprodução, até uma abordagem personalizada.** Isso tudo, contextualizando os experimentos historicamente e fornecendo um caráter reflexivo das informações contidas no livro.

Como objetivos específicos, destacam-se 6:

- 1) Montar os experimentos que constarão no livro;
- 2) Gravar os vídeos referentes e tratá-los com o *software* em questão;

- 3) Aplicar determinado experimento de maneira tradicional e com o auxílio do *Tracker*;
- 4) Comparar os resultados numéricos alcançados pelos estudantes;
- 5) Refletir sobre as vantagens e desvantagens dos instrumentos;
- 6) Destacar pontos da prática que devem ser revistos e melhorados para futuras aplicações.

7. METODOLOGIA

A escrita de uma tese, em geral, coloca pesquisador e orientador como desenvolvedores de práticas e aplicações de metodologias com o objetivo de encontrar respostas às suas perguntas. Com isso, diversas questões relevantes ao processo de construção do trabalho ficam marginalizadas do resultado (como as trocas de ideias, os processos iniciados e abandonados, as reuniões).

No entanto, todas as fases do desenvolvimento do trabalho foram relevantes e merecem ser salientadas. Por isso, utilizar uma metodologia que valoriza todas as discussões e planejamentos é primordial em um trabalho que busca a reflexão sobre os impactos da prática, da infraestrutura e da formação no ensino e aprendizagem.

Causa certo desconforto que trabalhos acadêmicos, principalmente aqueles voltados ao ensino, criem uma barreira entre o mundo acadêmico e o cotidiano do professor. O trabalho é uma extensão da visão de mundo do professor e quando uma metodologia é selecionada por simples necessidade acadêmica, o trabalho acaba por não permitir reflexões sobre a própria práxis.

Embora seja um trabalho científico, a história do pesquisador deve ser levada em consideração, visto que as motivações para o desenvolvimento do trabalho desencadearam toda a construção das práticas e proporcionou uma busca consciente da metodologia necessária.

Não só devemos ter uma compreensão histórica geral; também precisamos uma autocompreensão histórica, uma compreensão de nossas autobiografias educativas (nossas histórias pessoais): como se formaram nossas ideias sobre a educação, como se formaram nossos enfoques do trabalho educativo e como nosso trabalho se encaixa nos contextos humano, social e cultural mais amplos da educação e da sociedade. (KEMMIS e MCTAGGART, 1988, p. 39)

O grupo *Tracker*Brasil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, que possui mais de 10 anos, conta com diversos trabalhos publicados, materiais construídos e cursos ministrados, envolvendo estudantes de graduação, pós-

graduação, professores de escolas públicas/privadas e estudantes do ensino básico. Essa construção de ideias propiciou reflexões amplas o suficiente para o uso de videoanálise em sala de aula fosse aprimorado ao longo dos anos. Mesmo que percalços tenham aparecido, vez ou outra.

Posteriormente, a relevância da reflexão sobre os processos será destacada, mas é importante evidenciar como essa questão interfere neste trabalho. A reflexão sempre fez parte das discussões do grupo de pesquisa em todas as atividades e materiais desenvolvidos. Por isso, os recursos metodológicos escolhidos interagem de maneira singular com o comportamento do grupo.

Anteriormente, discutiu-se as diferenças nas possibilidades de implementação de práticas nas escolas. As condições não são as mesmas nem em contextos de proximidade geográfica e, com isso, as desigualdades presentes da sociedade só aumentam.

Ao mesmo tempo, segundo Flick (2009, p. 22), os resultados das pesquisas sociais sofrem com a falta de retorno para o cotidiano das pessoas, na medida em que a “busca por satisfazer padrões metodológicos” dificulta a aproximação entre a academia e a própria sociedade.

Por isso, a presente tese ampara-se na pesquisa qualitativa para o desenvolvimento do trabalho, visto que a ciência e tecnologias estão inseridas em contexto mais amplos da sociedade, permitindo que esse tipo de pesquisa forneça informações relevantes que levem em consideração a percepção dos envolvidos, bem como seus pontos de vista sobre as atividades desenvolvidas.

De modo diferente da pesquisa quantitativa, os métodos qualitativos consideram a comunicação como parte explícita da produção de conhecimento, em vez de simplesmente encará-la como uma variável a interferir no processo. A subjetividade do pesquisador, bem como daqueles que estão sendo estudados, tornam-se parte do processo de pesquisa. As reflexões dos pesquisadores sobre suas próprias atitudes e observações em campo, suas impressões, irritações, sentimentos, etc., tornam-se dados em si mesmos, constituindo parte da interpretação e são, portanto, documentadas em diários de pesquisa ou em protocolos de contexto. (FLICK, 2009, p. 25)

Sendo assim ao implementar a metodologia baseada na investigação-ação, fez-se obrigatória a compreensão do contexto de aplicação, bem como os impactos do produto no entendimento de fenômenos físicos por parte dos estudantes.

Na situação global atual, em que a tecnologia se apresenta como uma realidade nos mais diversos contextos (Lévy, 2001), a inserção em sala de aula é cada vez mais

necessária para o aprimoramento de habilidades relevantes às profissões do futuro, principalmente aquelas baseadas em tecnologia (American Physical Society, 2016).

Contudo, como visto nos capítulos anteriores, a abordagem tecnológica em sala de aula caminha de maneira lenta em comparação como o próprio desenvolvimento tecnológico. Enquanto há vinte anos os celulares eram objeto de desejo por mandarem mensagens de texto com caracteres limitados e hoje funcionam, praticamente, como um computador, as proibições quanto ao seu uso em sala de aula continuam vigentes (Paraná - Lei nº 18.118/2014; Ceará - Lei nº 14.146/2008; Minas Gerais - nº 14.486/2002; Rio de Janeiro - nº 5.453/2009; Rio Grande do Sul - nº 12.884/2008; São Paulo - nº 12.730/2007).

Compreende-se que tal medida visa proteger estudantes e professores da perversidade imposta pelas redes sociais, velocidade de informação e liquidez nas relações presentes no ambiente escolar.

A proibição do uso de instrumentos tecnológicos vai de encontro com as políticas de inserção de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), expostas anteriormente no trabalho. Como visto, ao longo dos anos, foram construídos programas que trouxessem as tecnologias vigentes para o contexto de sala de aula.

Ainda assim, causa certo desconforto marginalizar uma Tecnologia Digital de Informação e Comunicação com tanto potencial, quanto os celulares e computadores. Essa utilização deve ocorrer de maneira natural e orgânica, impactando tanto no desenvolvimento das habilidades específicas em tecnologia (Inteligência Computacional Coletiva), como em contextos mais amplos de tecnologia e sociedade (Inteligência Coletiva Computacional).

A videoanálise, como já enfatizado, promove o trânsito entre essas duas vertentes: colaborando com a apropriação das ferramentas tecnológicas (editor de planilhas, análise gráfica, formatação de vídeos etc.) e ao mesmo tempo contribuindo com o trabalho colaborativo e de aplicação dos conhecimentos teóricos de sala de aula em experimentos palpáveis e relevantes, garantindo assim que as habilidades e competências (tão idealizadas em um contexto de mudança de base curricular) sejam trabalhadas de maneira exemplar, nas escolas.

Quando o ensino é posto como objeto de estudo, os estudantes ganham um papel de destaque e, muitas vezes, as necessidades e angústias dos professores acabam sendo postas de lado. Para que a videoanálise obtenha resultados

expressivos é de suma importância que os docentes e seus estudantes estejam em sintonia, possibilitando que as práticas adotadas, bem como as metodologias, impactem de forma significativa no processo de ensino e aprendizagem.

Por fim o entorno/contexto, em que os agentes do ensino-aprendizagem estão inseridos, tem forte relevância, na medida em que a estrutura e suporte pedagógico devem estar alinhados às metodologias adotadas pelo professor.

Devido a essas considerações, torna-se imprescindível que a metodologia de análise de dados leve em consideração todos esses aspectos e os utilize de maneira que as conclusões sejam as mais completas possíveis. Para isso, a investigação-ação apresenta-se como uma alternativa interessante visto que mantém em sua essência a preocupação com todos os parâmetros citados e, ao mesmo tempo, proporciona uma visão completa da própria prática e das reflexões inerentes.

Nesta metodologia, a pesquisa e o ensino podem ocorrer concomitantemente. Ao desenvolver suas aulas, o professor é seu próprio observador e não somente dos alunos. Analisando sua prática, ela pode agir sobre a mesma, compreendendo os problemas decorridos, o que está diretamente relacionado ao entendimento dos mesmos, e buscando soluções. O professor se transforma em um investigador de seus próprios métodos e agora, além do conhecimento, que já não mais lhe pertence de forma sozinha e autocrática, o próprio fazer educacional também não é mais algo intocável. (CORDENONSI *et al*, 2008, p. 34)

Ao longo deste trabalho as relações entre os envolvidos receberam destaque, na medida em que as tecnologias devem funcionar como suporte às práticas pedagógicas, fundamentais para professores e estudantes. Sendo a Investigação-Ação, segundo Kemmis e McTaggart (1989, p. 9), um “coletivo que envolve diferentes agentes”, esta metodologia apresenta-se à realização das ideias.

Neste contexto, essa articulação atende ao interesse desta pesquisa por amparar a inserção da videoanálise no ensino de física, nas escolas de nível básico, permitindo que se faça uma análise *in loco*, das impressões, vantagens e desvantagens da videoanálise em sala de aula.

A Investigação-Ação (IA) teve seu início em 1946, logo após o final da segunda guerra mundial e mostrou-se uma atividade a ser desenvolvida, essencialmente, em grupo e aplicada em países como: EUA, Reino Unido e Austrália (Kemmis e McTaggart, 1988, p.11). A Investigação-Ação busca propiciar aos envolvidos a análise substancial de sua própria realidade, transformando-os em, não só observadores, mas participantes integrados a um processo de reconhecimento e modificação da própria realidade (SAITO, 2001).

A IA é concebida em espiral, só funcionando com a reflexão constante sobre a prática, revisitando a ideia geral a cada informação adquirida, proporcionando uma reorganização constante do trabalho. Um dos objetivos deste trabalho é, justamente, construir um material ancorado na prática, que possibilite um uso personalizado para cada necessidade. Embora disponibilizemos práticas definidas e materiais limitados, objetivamos trazer “problemas” para professores e estudantes trabalharem juntos, com o intuito de solucioná-los, afinal, a IA é colaborativa.

Com a construção dos vídeos e a estruturação da ideia primordial, os professores e estudantes devem apropriar-se da base para que otimizem os processos descritos de acordo com suas necessidades/possibilidades. Como a IA funciona em espiral, pode-se afirmar que as etapas necessárias foram percorridas durante o processo de maturação do projeto, em longas discussões entre os envolvidos no grupo *TrackerBrasil*.

Ao longo dos anos, as explorações preliminares foram realizadas em escolas e universidades, com seus resultados sendo publicados em periódicos e eventos nacionais e internacionais obtendo, portanto, um feedback de estudantes, professores e pesquisadores.

Ressalta-se, portanto, que a metodologia escolhida conversa diretamente com os processos seguidos pelo grupo, ressaltando o “fazer científico” dentro de um contexto social amplo, no qual os pesquisadores estão inseridos. Com isso, estabeleceu-se planos de ação flexíveis, que foram revisitados constantemente, em conformidade com a pedagogia freiriana de transformação.

Desta maneira, a educação se refaz constantemente na práxis. Para ser tem que estar sendo. Sua “duração” – no sentido bergsoniano do termo – como processo, está no jogo dos contrários permanência-mudança. Enquanto a concepção “bancária” dá ênfase à permanência, a concepção problematizadora reforça a mudança. Deste modo, a prática “bancária”, implicando no imobilismo a que fizemos referência, se faz reacionária, enquanto a concepção problematizadora que, não aceitando um presente “bem comportado”, não aceita igualmente um futuro pré-dado, enraizando-se no presente dinâmico, se faz revolucionária. (FREIRE, 1987, p. 47)

Um livro sobre experimentos de física videoanalisados², sempre esteve no horizonte do grupo de pesquisa por configurar, sim, um dispositivo tradicional que expande a concepção de ensino e aprendizagem, mas, ao mesmo tempo, pode

² Nesta tese, propomos o neologismo 'videoanalisar', ou seja, um verbo que significa realizar atividades de videoanálise

facilitar a inserção nos ambientes educacionais por proporcionar uma familiaridade com o instrumento.

A construção de um livro pode, muitas vezes, ocorrer de maneira automática e funcionar como uma escrita “bancária”, aquela na qual apenas depositamos uma série de informações descontextualizadas, promovendo um distanciamento cada vez maior da ciência e, conseqüentemente, do refletir sobre o “fazer ciência”.

Nunes e Queirós (2020) elaboraram um quadro, baseado no trabalho de Gil-Perez e colaboradores, que retrata as principais imagens deformadas sobre a ciência, nos livros básicos. São sete categorias: concepção empírico-indutivista e ateorica; visão rígida, algorítmica, exata e infalível do trabalho científico; visão aproblemática e ahistórica; visão exclusivamente analítica; visão acumulativa e linear dos conhecimentos científicos; visão individualista e elitista da ciência; imagem descontextualizada, socialmente neutra da ciência.

A acriticidade citada no livro de Kemmis e McTaggart (1988, p. 14), tem relação com as principais imagens deformadas identificadas nos livros do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), por Nunes e Queirós (2020). Dos 12 livros analisados, 6 contam com visão aproblemática e ahistórica, 8 com visão individualista e elitista da ciência – e todos apresentam imagens descontextualizadas e socialmente neutras da ciência.

Isto posto, é necessário pensar o processo de pesquisa de maneira a apoiar-se nos 4 aspectos fundamentais da Investigação-ação: plano de ação, atuação, observação dos efeitos da ação e a reflexão transformadora (TOMAZZETTI *et al*, 2004, p. 112). O primeiro aspecto tem por objetivo planificar a prática, melhorando e adequando para as necessidades, formulando hipóteses que contribuam para a potencialização da aplicação. O segundo ponto é colocar o plano elaborado na fase anterior em ação. A atividade primordial do terceiro aspecto é observar os desdobramentos da aplicação e, por fim, a última etapa desse ciclo configura-se em refletir sobre o que foi alcançado com a aplicação da estratégia inicial.

Se encaixarmos as etapas desenvolvidas ao longo deste trabalho, nos aspectos citados, podemos apresentar o seguinte: Na primeira etapa, foi realizada confecção dos materiais e das instruções básicas. A atuação, configura-se pela aplicação em cursos/aulas que permitem o comparativo entre as práticas tradicionais e a videoanálise. Com o auxílio da matriz dialógica-problematizadora, a observação é realizada com o foco nas perguntas presentes no instrumento. Por fim, a aplicação de

questionários aliada às anotações de campo, formam a base conceitual para as reflexões necessárias.

Salienta-se que esse trabalho pode responder às mais diversas perguntas e cumprir os objetivos destacados. Todavia, não se trata de um trabalho estanque, possibilitando que diversas outras observações, com os mais variados objetivos, sejam possíveis tomando como base este trabalho principal. Planejar, atuar, observar e refletir (KEMMIS e MCTAGGART, 1988, p. 15) são processos fluidos, não estáticos.

Como visto anteriormente, a preocupação com a viabilidade das aplicações dos processos deve ser levada em consideração. Quando analisadas as condições do uso de tecnologias, notamos um abismo entre as possibilidades existentes nos ambientes públicos, privados, rurais e urbanos. Isso reforça, ainda mais, a necessidade de aplicação para confrontar as hipóteses com os reais impactos na práxis.

Pode-se ficar inclinado a interpretar a investigação-ação como mais uma metodologia qualitativa que permite extrair e explorar dados, extraíndo da observação subsídios para argumentar a validade do método. Para elucidar a questão sobre o que é, ou não, investigação-ação:

1. Não é aquela que fazem habitualmente os professores quando refletem acerca de seu trabalho. A investigação-ação é mais sistemática, colaborativa e recolhe dados sobre os quais se baseia uma rigorosa reflexão de grupo. 2. Não é simplesmente a resolução de problemas. A investigação ação implica na descrição de problemas e não só na solução de problemas (...) 3. Não é investigação sobre outras pessoas. A investigação ação é uma investigação realizada por determinadas pessoas acerca de seu próprio trabalho com o fim de melhorar aquilo que fazem, incluindo o modo que trabalham com e para os outros (...) 4. Não é o método científico aplicado ao ensino, não se trata simplesmente de um dos ângulos de visão do método científico, que são numerosos. A investigação ação não se limita a submeter a prova determinadas hipóteses e utilizar dados para chegar a uma conclusão (...). (KEMMIS e MCTAGGART, 1988, p. 29)

Com isso, torna-se fundamental a compreensão de como o trabalho se relaciona com as teorias de referência. Os procedimentos são pautados na reflexão de um processo, no caso, os experimentos de física tratados com o *software* citado. Encontrar resultados satisfatórios para o experimento trabalhado é parte, mas não o todo do processo de aprendizagem.

O interesse também não reside sobre as opções de determinada pessoa, mas como a concepção de ciência e dos processos se transforma no decorrer das atividades. Por fim, esta pesquisa não se trata de validar hipóteses, mas sim de proporcionar meios diversificados que potencializem o ensino de física auxiliando tanto professores, quanto estudantes.

O parágrafo anterior mostra que a IA encontra-se em consonância com os objetivos deste trabalho, permitindo ainda que o conceito de inteligência coletiva, observada nos trabalhos de Pierre Lévy, seja utilizado como o suporte para a aplicação das ideias.

Como salientado em diversas oportunidades, é no caráter “metamórfico” do trabalho que reside sua grande contribuição. Criar para que outros possam usufruir de maneira como lhes convém, dialoga de maneira ímpar com a ideia da inteligência coletiva de Lévy (2007) e ao mesmo tempo pode-se usar a investigação-ação para inseri-la em um ambiente de educação básico e formativo. No entanto é primordial garantir o acesso às informações do trabalho e do produto, para que o maior número de pessoas possíveis os adapte para suas realidades.

Nesse contexto o espaço de armazenamento das ideias, representado pelo ciberespaço, mostra-se como o repositório natural dos materiais e práticas, possibilitando que as impressões observadas na aplicação do *software Tracker* sejam disponibilizadas em um ambiente aberto que possibilite acesso.

Sendo uma prática característica da terceira camada do endereçamento da memória digital (Lévy, 2007), a utilização da *Internet* para disseminação das informações de pesquisa, do produto e dos resultados, torna-se importante para que o trabalho esteja em constante mudança e evolução, de acordo com os desejos daqueles que o usam.

Este é o objetivo principal da inteligência coletiva e das habilidades de curadoria de dados em geral. Pessoas acrescentam conhecimento explícito à memória comum. Eles expressam o que têm aprendido em contextos específicos (conhecimento tácito) em proposições claras e descontextualizadas, ou narrativas, ou visuais, etc. Eles se traduzem em *software* comum ou outros recursos facilmente acessíveis (explícitos) as habilidades e conhecimentos que eles internalizaram em seus reflexos pessoais por meio de sua experiência (tácita). Simetricamente, pessoas tentam aplicar todos os recursos úteis que elas encontraram na memória comum (explícito) e para adquiri-lo ou integrá-lo em seus reflexos (tácito). (LÉVY, 2015, p. 7)

As instituições educacionais apresentam-se, em diversos casos, como paradas no tempo, sem espaço para inovações. Mesmo assim, a estrutura escolar deve ser capaz de absorver as necessidades sociais ao passo que traz para si a responsabilidade de tratá-las em suas dependências.

Nesse viés, a videoanálise traz para a sala de aula toda a necessidade de observação e manipulação tecnológica, inserindo o estudante em práticas e linguagens específicas para, por exemplo, as profissões relacionadas ao contexto

tecnológico, fundamental para os contextos atuais e futuros das sociedades ao redor do globo (American Physical Society, 2016).

Para auxiliar na observação e, posteriormente, na reflexão da prática o instrumento utilizado foi a Matriz Dialógica Problematizadora que permite, inclusive, um entendimento maior do próprio desenvolvimento do trabalho. Como ressaltado anteriormente, a investigação-ação se ampara nos quatro agentes principais do processo: professores, estudantes, objeto de estudo e contexto/entorno.

Logo, a construção da matriz está condicionada a esses quatro elementos de forma a cruzar as interações entre eles no formato de linhas e colunas. Com isso, as observações ficam restritas a interação de dois agentes, priorizando sempre aquele que acompanha a letra.

Quadro 3 – Modelo de Matriz Dialógica-Problematizadora

	A - PROFESSOR	B - ESTUDANTE	C - TEMA	D - CONTEXTO
1 - PROFESSOR				
2 - ESTUDANTE				
3 - TEMA				
4 - CONTEXTO				

Fonte: KEMMIS E MCTAGGART, p. 123 (1988)

Assim, se quisermos observar algum elemento da interação entre professor e estudante, por exemplo, nos guiaremos pelas combinações A2 ou B1. Nesse exemplo o primeiro caso coloca como agente principal o professor (A) e em segundo plano o estudante (2). No segundo caso, teríamos o foco no estudante (B) e como ele se relaciona com o professor (1).

Ao total, existem 16 perguntas que funcionam como guias, importante salientar, que não funcionam como um *checklist* de hipóteses a serem validadas. Como os processos de ensino e aprendizagem são fluidos, as perguntas condutoras podem mudar ao longo do processo, fazendo com que as percepções em torno da prática a transformem, possibilitando assim uma continuidade na transformação dos processos.

Fica registrado, portanto, que em diversos casos as perguntas não encontrarão respostas imediatas, precisando de um maior tempo de aplicação das atividades desenvolvidas ou, até mesmo, mudanças na maneira de observar e refletir.

Para adaptar o modelo de matriz às ideias desta tese, optou-se por considerar o “Impacto da Videoanálise no Ensino de Física” como tema e, a partir disso, relacionar os agentes de maneira orgânica.

As perguntas que conduzem o trabalho foram construídas a partir da análise dos documentos oficiais, do momento em que a escola brasileira vive, do contexto da videoanálise no ensino de física, da situação das tecnologias nos ambientes educacionais e nas necessidades sociais relacionadas à escola.

A própria construção da matriz fornece uma visão ampla do trabalho, o que proporciona ao pesquisador a reflexão profunda sobre a elaboração das atividades e os impactos. Pode-se dizer, então, que esta parte do trabalho intensifica as análises relacionadas a cada etapa, conectando-as de maneira mais eficaz. O Quadro 4 busca apresentar uma visão geral de como a Matriz Dialógica-Problematizadora é aplicada, no contexto da presente tese.

Quadro 4 – Matriz Dialógica-Problematizadora

	A - Professores	B – Estudantes	C – Impacto da Videoanálise no Ensino de Física	D – Entorno/Contexto
1 – Professores	[A1] A atuação do professor é impactada pela utilização do processo de videoanálise?	[B1] Os estudantes sentem-se motivados a participar de práticas diferentes, propostas pelo professor, como o processo de videoanálise?	[C1] Quais as potencialidades do processo de videoanálise que mais colaboram com a atuação docente?	[D1] A escola incentiva mudanças nas abordagens dos professores, permitindo a inserção de práticas variadas (como o processo de videoanálise)?
2 – Estudantes	[A2] Quais aspectos de formação são explorados e potencializados entre o professor e seus estudantes, quando o processo de videoanálise é utilizado?	[B2] Quais as conclusões dos estudantes sobre o processo de videoanálise?	[C2] O processo de videoanálise contribui para a aprendizagem dos estudantes?	[D2] O entorno/contexto tradicional e o entorno/contexto no qual está inserido o processo de videoanálise, são percebidos da mesma maneira pelos estudantes?
3 – Impacto da Videoanálise no Ensino de Física	[A3] Quais são as potencialidades do processo de videoanálise, na atuação docente?	[B3] Quais vantagens e desvantagens os estudantes, observam no processo de videoanálise?	[C3] De que maneira o processo de videoanálise, colabora com a ideia de potencializar habilidades referentes aos aspectos tecnológicos e suas ferramentas?	[D3] Como os ambientes disponibilizados pelas escolas, contribuem para o uso da videoanálise?
4 – Entorno/Contexto	[A4] Qual o impacto da utilização do livro na prática do professor, no processo de videoanálise?	[B4] Os estudantes sentem-se incentivados a utilizar a estrutura da escola para experimentar situações inovadoras, como o processo de videoanálise?	[C4] De que maneira o processo de videoanálise, aliado aos outros contextos (sociais, educacionais e tecnológicos), colabora com a aprendizagem dos estudantes?	[D4] O livro “O processo de videoanálise aplicado” colaborou de que forma para a realização da atividade?

Fonte: Autor (2023)

Ao todo são 16 perguntas que, é fundamental dizer, não necessitam ser respondidas de acordo com sequências estabelecidas e, na verdade, modificam-se ao longo do processo. Funcionam como parâmetros de referência que norteiam o trabalho.

Se as simples respostas das perguntas fossem essenciais bastava que, ao aplicar o trabalho, os questionários contassem com tais perguntas. Porém, sendo a investigação-ação um processo de análise contínua, as perguntas apenas balizam a prática.

É crucial que em um trabalho que busque a reflexão, proporcionar que as motivações por trás das perguntas fiquem evidentes para o entendimento do trabalho. Para isso, será utilizado como referência a nomenclatura indicada para interpretação da matriz (A1, B2, ...), tendo o foco da pergunta a letra.

Exemplo: na pergunta C4 relacionamos dois aspectos, Impacto da videoanálise no ensino de física (C) e o Entorno/contexto (4). No entanto, a prioridade pertence à letra.

Inicialmente, apresentamos as perguntas focadas no professor que, em um possível confronto geracional, acaba por ser o “aprendiz” de um universo dominado pelos próprios estudantes. Assim, se o professor fosse uma equipe de futebol, podemos dizer que este esquadrão joga “fora de casa”, tendo que adaptar-se às condições favoráveis ao outro time.

Sua ideia não foi fomentar essa brecha, mas, sim, defender a pedagogia da parceria, na qual o professor não precisa ter medo de seu estudante dominar as TD, pois ele domina seu conteúdo. E justamente é essa ponte de comunicação entre o estudante (nativo digital) e professor (imigrante digital), ou seja, a parceria. Porém, muitas vezes, isso é utilizado como um marco geracional em investigações científicas, veículos midiáticos etc. Criam-se mitos e cai-se em estereótipos. (MARTINS, 2015, p. 145)

A1 – Se o impacto do processo de videoanálise é uma das questões a serem exploradas, é de suma importância que a atuação dos professores (que mediarão as práticas) seja levada em consideração. Afinal, do que adianta construir práticas, confeccionar materiais, estruturar atividades, se isso causará muito transtorno e insegurança para os docentes?

A2 – Esse cruzamento é relevante para entender quais as diferenças, dificuldades, impressões e vantagens observadas pelo professor, no viés de uma atividade incomum ao ensino de física tradicional.

A3 – Em um contexto de validar e valorizar o protagonismo do professor no ensino e aprendizagem, a compreensão deste agente sobre o processo em que está inserido, permite a observação das impressões relevantes ao ensino mediado pela videoanálise.

A4 – Sondar e avaliar a possibilidade dos professores se arriscarem a utilizar ferramentas tecnológicas diferentes das tecnologias vigentes no atual contexto. Como destacado anteriormente, a insegurança dos professores em trabalhar com tecnologia, pode ser um obstáculo no processo de videoanálise, visto que o tempo de ambientação, bem como a compreensão das potencialidades do programa consome tempo e tira o docente de sua zona de conforto. Nesse sentido, o livro colabora de que forma para o ensino e aprendizagem?

Na segunda categoria, o agente principal é o estudante, afinal, embora em um processo de ensino e aprendizagem baseado na investigação-ação todos aprendam alguma coisa, é nele que reside a principal necessidade de amadurecimento acadêmico.

Pormenores assim da cotidianidade do professor, portanto igualmente do aluno, a que quase sempre pouca ou nenhuma atenção se dá, têm na verdade um peso significativo na avaliação da experiência docente. O que importa, na formação docente, não é a repetição mecânica do gesto, este ou aquele, mas a compreensão do valor dos sentimentos, das emoções, do desejo, da insegurança a ser superada pela segurança, do medo que, ao ser “educado”, vai gerando a coragem. (FREIRE, 2018, p. 45)

B1 – O objetivo por trás dessa pergunta é verificar se os estudantes se mostram disponíveis, motivados e interessados em “comprar a ideia” proposta pelo professor e modificar as suas ações, em prol de uma atividade incomum no ensino de física.

B2 – Os estudantes apresentam mudanças na forma de agir, visto que são colocados em diversas situações diferenciadas, como: trabalho em grupo, montagem de experimento, gravação, análise do vídeo, edição, desenvolvimento de trabalho experimental, utilização de programas de apoio para o desenvolvimento do trabalho científico. Sendo a videoanálise um processo que dialoga com esses aspectos, qual é a visão geral dos estudantes sobre a prática?

B3 – De maneira objetiva, qual a percepção dos estudantes sobre as vantagens que obtém para sua formação em utilizar a videoanálise, em detrimento das práticas tradicionais e descontextualizadas do seu cotidiano? Eles percebem os impactos da atividade que realizam?

B4 - Como os estudantes sentem a mudança de ambiente, de materiais e, ao mesmo tempo, como observam os impactos que a estrutura (e o contexto) oferecida pela escola interfere no seu processo de aprendizagem?

O tema do trabalho é a videoanálise e a sua relação com os outros agentes envolvidos, sendo esta, a ferramenta que proporciona uma flexibilização nas possibilidades de aplicação, podendo ser usada com o foco no professor, nos estudantes e necessitando do entorno para funcionar.

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. (BORDIN, 2020, p. 34)

C1 – Busca avaliar os principais pontos da videoanálise que amparam o trabalho do professor e como ele enxerga os impactos causados, em seu desempenho.

C2 – Talvez a pergunta mais difícil de ser trabalhada. Ressalto que o objetivo não é responder essa pergunta de maneira assertiva, mas encontrar indícios que possibilitem debater se os impactos da ferramenta são positivos de alguma forma e, se forem identificados, como podemos potencializar essas questões.

C3 – Sendo o desenvolvimento das habilidades em tecnologia essenciais aos estudantes do século XXI, como o processo de videoanálise, bem como seus desdobramentos, colaboram na evolução na interação dos estudantes e professores, com os instrumentos tecnológicos e sua utilização.

C4 – Como a inserção do processo de videoanálise nas aulas de física, fortalece o caráter reflexivo dos envolvidos, com relação à sociedade tecnológica em que estão inseridos? E quais desenvolvimentos são percebidos por esses agentes, quando pensam em como a prática contribui para o desenvolvimento de habilidades que impactem em um contexto social mais amplo.

Por fim, compreender as possibilidades das estruturas escolares e como funciona a receptividade pelos outros envolvidos com o ambiente, pauta as discussões referentes ao agente D (entorno/contexto).

D1 – Como a escola entende as diferentes abordagens e quais medidas elaboram para contribuir com práticas diferenciadas, voltadas para o ensino de física, mediado pela videoanálise?

D2 – Quais as principais diferenças são percebidas pelos estudantes entre abordagens que levam em consideração o entorno/contexto tradicional, quando confrontado com o entorno/contexto mediado pela videoanálise?

D3 – Existem ambientes que proporcionam a aplicação da videoanálise? Se sim, quais e em que contexto permitem uma melhora na utilização do *software*, bem como da prática em si.

D4 – O livro colabora para o processo de videoanálise ser desenvolvido? Se indícios forem observados, quais são os aspectos mais relevantes na utilização do produto desta tese?

Diferentes percepções e inquietações aparecem de maneira orgânica ao longo da implementação da atividade, visto que o caráter particular de cada indivíduo (por vezes estrangulado nas escolas), pode confrontar-se com questões específicas que estarão relacionadas a todos os indivíduos envolvidos. Isso também é uma constatação relevante para possíveis reproduções das práticas aqui estabelecidas.

Para colaborar com a captação de informações que contribuam com o trabalho, é imprescindível selecionar as ferramentas adequadas para essa etapa do trabalho. Foram selecionadas quatro: registros anedóticos, questionário, análise documental e anotações de campo.

Os registros anedóticos se caracterizam por apontamentos específicos de um estudante, durante o desenvolvimento da atividade, podendo ser um comentário oportuno relacionado à situação e realizado por um grupo ou indivíduo (KEMMIS; MCTAGGART, 1988, p. 132).

Esse recurso é interessante para situações em que podemos perceber os insights dos estudantes, ao longo do processo de reflexão do trabalho/prática que está sendo desenvolvido naquele instante.

O questionário traz inúmeras vantagens, principalmente se levarmos em consideração a disposição das aulas, nas escolas brasileiras. Segundo Ribeiro (2008, p. 139), as técnicas de análise de dados e informações sempre traz vantagens e desvantagens. Sobre o questionário, aponta que as principais vantagens são: garante anonimato, questões objetivas de fácil pontuação, questões padronizadas, tempo

aberto para reflexão, facilidade de transferência de informação para o computador e custo razoável.

Como todas as técnicas, também apresenta pontos negativos: baixa taxa de respostas para questionários enviados por correio, inviabilidade de esclarecer respostas, dificuldade em pontuar questões abertas, restrito a pessoas aptas à leitura e pode ter itens polarizados.

Considerando as maneiras de aplicação, alguns pontos negativos não influenciam neste trabalho, visto que as indagações serão feitas, observadas e respondidas em sala; como será aplicado para estudantes que já passaram pelo ensino fundamental, todos estão alfabetizados; e, nesse caso, as respostas abertas não prejudicam a análise de dados, por proporcionar uma reflexão ampla sobre as respostas derivadas da prática em sala.

Em conformidade com a matriz dialógica-problematizadora, os questionários permitem, inclusive, o direcionamento das respostas de acordo com as perguntas específicas, derivadas do cruzamento dos agentes principais da ação-investigação.

Segundo Maia (2020, p. 22) o questionário pode apresentar perguntas abertas, fechadas, semiabertas e por escalas. Para esta pesquisa, as perguntas abertas possuem um impacto maior, visto que a grande questão é a reflexão baseada nas respostas e impressões daqueles envolvidos nos processos estabelecidos.

Neste ponto do texto, pode-se perguntar, qual a relação entre a metodologia aplicada e o produto derivado da tese, no caso, o livro. Para responder a essa pergunta é importante pensar nesses aspectos como um conjunto que está contido em um processo.

Após a escrita do livro, a aplicação de parte dele (obviamente não há tempo suficiente para a análise completa do material, visto que o tempo em sala de aula é escasso) foi realizada da seguinte maneira: os estudantes foram orientados a realizar os experimentos de maneira tradicional, com trenas, régua, cronômetros e os demais materiais necessários para realização da experiência.

Ao mesmo tempo em que desenvolviam as aferições, foi estabelecido que gravassem, com o auxílio dos celulares, todas os processos que realizavam. Assim, de maneira posterior, poderiam extrair dados e analisar os processos usando a videoanálise com o auxílio do *Tracker*.

As análises das imagens e dos gráficos foram utilizadas para atividades de física e matemática. Visto que os conteúdos trabalhados em física e matemática se

relacionam (movimento e funções), as duas disciplinas trabalharam em conjunto para o aperfeiçoamento do processo de ensino e aprendizagem.

Na sequência do processo que, cabe ressaltar, não foi realizado em apenas uma aula, mas em um conjunto de aulas que totalizaram dois meses, os estudantes responderam ao questionário para que o autor desta tese pudesse refletir sobre as mudanças que eles perceberam ao repetir a prática com outro instrumento.

Dessa forma, podemos passar por algumas etapas resumindo o encontro em: apresentação do *software*, escolha do experimento por parte dos estudantes (nada impede uma sugestão daqueles que ministram), realização/gravação do experimento e, por fim, discussões pertinentes.

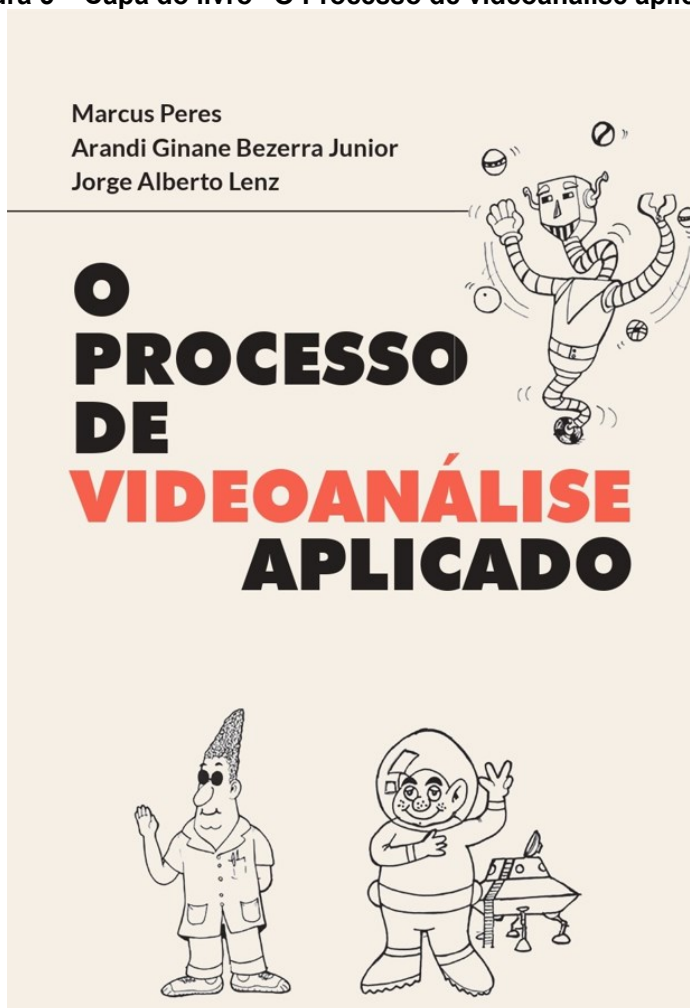
Durante os encontros as impressões, comentários e estratégias dos participantes foram observadas e registradas pelo autor da atividade com o intuito de, posteriormente, contribuir com as análises necessárias na IA. Em seguida será aplicado um questionário para que situações não percebidas ao longo do encontro possam ser apresentadas.

Como destacado anteriormente, o próprio questionário encontra na falta de envolvimento um obstáculo. Isso levou a uma preocupação quanto à baixa quantidade de respostas e por isso, com uma aplicação presencial e o suporte ao grupo presente no encontro, notamos que a aceitação do desenvolvimento da experiência, bem como as respostas ao questionário, ocorreu de maneira natural.

8. PRODUTO EDUCACIONAL – UM LIVRO DE VIDEOANÁLISE

Como explicitado em capítulos anteriores, o Produto Educacional (PE) relacionado a esta tese é um livro que apresenta a videoanálise inserida em um contexto de experimentação, promovendo suporte a professores e estudantes. Cabe ressaltar que os experimentos, metodologias, práticas e considerações abordadas no PE são fruto de alguns anos de trabalho de professores e estudantes, abrangendo os mais variados contextos educacionais: ensino básico, superior, público e privado. A Figura 5 apresenta um detalhe da capa do livro produzido.

Figura 5 – Capa do livro “O Processo de videoanálise aplicado”



Fonte: Autor (2023)

Essa característica de junção de ambientes e cotidianos distintos trouxe uma noção de realidade a ser enfrentada. Em trabalhos citados anteriormente, foram destacadas as questões de dificuldades com formação dos professores, condições precárias de infraestrutura e espaço para as práticas. De fato, a preocupação do *Tracker*Brasil sempre esteve alinhada aos interesses dos envolvidos diretamente com o processo educacional, baseando-nos nos mais variados contextos acadêmicos, mas priorizando o cotidiano/contexto dos agentes relevantes ao ensino e aprendizagem.

No entanto, mais importante do que compreender como se relacionam estes materiais em sua construção, é a consideração de sua dimensão social, entendendo o livro didático enquanto o resultado de uma determinada práxis vinculada a distintos nexos. Dentre estes, pode-se citar, por exemplo, os interesses, os usos, o papel social, a produção cultural, cujas complexidades podem ser exploradas de modo a conferir sentido e significado aos livros, desde uma perspectiva educacional. (MARTINS, 2014, p. 37)

Além desses pontos abordados nos parágrafos anteriores, há um compromisso com a formação continuada de professores, a necessidade de libertar-se do usual

(que recebe tantas críticas) e modificar criticamente e criativamente os processos, tão engessados, vigentes. Uma grande preocupação é construir um objeto que receba a validação acadêmica, mas que não seja introduzido nos ambientes que necessitam de tais medidas.

O livro encontra-se em formato e-PUB e conta com 12 práticas principais, algumas com mais de uma possibilidade: Concordância Temporal, Concordância Espacial, Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado, Queda Livre, Segunda Lei de Newton, Movimento Parabólico, Movimento Circular, Pêndulo Cônico, Pêndulo Simples, Movimento Harmônico Simples, Freio Magnético, Experimento de Millikan, Experimento da Carga-Massa, Difração de Elétrons. No apêndice do livro, encontram-se tutoriais em formato de GIF e/ou vídeos (dependendo da versão) para facilitar a utilização do *software*. O livro também está disponível em formato PDF e, além disso, será publicado em formato físico, posteriormente pela Livraria da Física.

Existe uma crítica recorrente aos produtos educacionais dos programas stricto sensu em formato profissional, relacionada às expectativas e realidades na concepção e aplicação dessas produções. Os “polos irradiadores” têm se fechado em contextos puramente acadêmicos e deixando de lado a integração entre os diferentes níveis de ensino.

Além da necessidade de serem coletivos, os processos de formação, em parceria com a universidade, precisam ser centrados nos problemas cotidianos da escola, e não se configurarem enquanto formação academicista, pouco sintonizada com a realidade educacional. (OSTERMANN; REZENDE, 2020, p. 2)

Ao mesmo tempo, para o desenvolvimento do livro foi necessária a gravação de vídeos, tratamento de dados, criação de manuais de uso, desenvolvimento de ambientes para aplicação, confecção de planos de aula, elaboração de disciplinas de videoanálise, roteiros, imagens e materiais para professores e estudantes.

Destaca-se então o potencial do PE no tocante à versatilidade dele, visto que alia proposta de metodologia, experimentação e material didático em um mesmo material. É importante salientar que é necessária uma análise criteriosa sobre o produto, não sendo o objetivo desenvolver um “super-herói” para o ensino de física. Mesmo assim, há potencial para diversas necessidades a partir desta premissa, evidenciando o impacto do livro em diversas situações.

Outro ponto de destaque é que o PE não foi concebido imaginando um contexto específico. O livro pode ser usado por qualquer pessoa e em diferentes situações,

visto que as realidades em nosso país tendem a ser diversas. Talvez o aspecto mais importante da discussão seja que o material pode funcionar como aplicação, consulta ou guia, estando em concordância, tanto com as definições de Laboratório de Demonstração, quanto Laboratório Tradicional e também Laboratório divergente.

A competência específica 3, da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, presentes no documento da BNCC (Brasil, 2016, p. 558) versa justamente sobre o uso de TDIC para o desenvolvimento de discussões pertinentes aos mais diversos assuntos da área. Mesmo assim, há um certo “endeusamento” na inserção de tecnologia no ensino. A este respeito, Rezende e Ostermann (2020) apresentam a seguinte visão:

O uso de novas tecnologias no ensino é mencionado, mas, novamente, essa demanda não parte da realidade escolar, ou da realidade do professor, mas, sim, de especialistas acadêmicos que julgam serem esses os elementos necessários para aprimorar a qualificação do docente e que, conseqüentemente, terão impacto na qualidade do Ensino Médio. (REZENDE; OSTERMANN, 2020, p. 551)

As tecnologias têm contribuído com o ensino nos últimos tempos, até mesmo em virtude da pandemia de COVID-19, que assolou o planeta nos últimos anos (BORDIN *et al*, 2020). Ao passo em que a tecnologia é uma ferramenta determinante no modelo de vida atual (LÉVY, 2000), obviamente que se tornou importante às práticas educacionais. Mesmo assim, a pressão acadêmica para o uso de dispositivos, *softwares*, *hardwares* existe e, muitas vezes, acaba forçando e apressando uma abordagem com potencial de impactar positivamente o ensino. Por isso existe a preocupação em desenvolver o livro de maneira a não “engessar” os processos relevantes, proporcionando liberdade de aproveitamento.

(...) ao se elaborar um produto final, está-se dando prioridade ao como ensinar, e não ao por quê ou ao quê, além de estar implícito que a introdução de um produto trará qualidade ou solucionará os problemas educacionais. Para as autoras, seria necessário investir em produtos que não apenas contemplam a eficiência de um método de ensinar dado conteúdo, mas que envolvessem a reflexão sobre o problema educacional vivido pelo professor em uma dada realidade escolar e sobre as finalidades da educação em ciências na contemporaneidade. (REZENDE; OSTERMANN, 2020, p. 555)

A adaptação do livro à realidade do professor/estudante é um dos objetivos principais do PE, proporcionando que se aprofunde discussões sobre a inserção da tecnologia no processo de ensino e aprendizagem, os impactos da mesma em seu ambiente e, ao mesmo tempo, propicie uma experiência próxima ao tradicional. Desta forma, não há prioridade. O uso irá adequar-se aos interesses daquele que o utiliza.

Além disso é importante destacar que, embora o material seja um livro, aquele que o usar poderá fazer modificações que ache necessárias, promovendo as cinco liberdades (reusar, revisar, remixar, redistribuir e reter), garantindo assim a melhor compatibilidade com suas necessidades (RIZZATTI *et al*, 2020, p. 2-3). Neste sentido, os formatos em e-PUB e em PDF permitem que um sem-número de edições sejam lançadas, contemplando as mais diversas correções, complementações e até mesmo inclusões de conteúdos, conforme ocorram as interações com o público usuário e conforme se dê a continuidade do trabalho do grupo *TrackerBrasil*.

No que diz respeito ao produto em si, o livro conversa com três possibilidades principais, todas entendidas como características fundamentais no contexto dos (ainda recentes no Brasil) programas de doutorado profissionais: **material didático, manual/protocolo, processo educacional** (RIZZATTI *et al*, 2020).

Com relação ao material didático, o livro pode funcionar como um suporte às práticas do professor, promovendo o contato dos estudantes com a tecnologia e, ao mesmo tempo, potencializando o ensino e aprendizagem, balizados pela experimentação.

A versatilidade do produto educacional já foi destacada e pode funcionar como um guia mais ortodoxo das práticas experimentais mediadas pela videoanálise. Assim, diversas situações já testadas, desenvolvidas e que impactem as atividades são discutidas ao longo dos textos. Por isso o produto também pode ser encarado com o viés de Manual/Protocolo.

Por fim, como já foi descrito anteriormente no capítulo de experimentação, a videoanálise não é uma ferramenta e sim constitui um processo que passa pela filmagem, análise de gráficos, manipulação tecnológica, discussão acadêmica, resolução de problemas, repetição, remarcação de pontos, extração de dados, uso de outros *softwares*. Logo, também pode ser encarada como um processo educacional que:

Oportuniza um mapeamento e uma superação do senso comum, levando o sujeito a compreender que o conhecimento é advindo da produção humana, sendo resultado de investigações que envolvem os domínios e aspectos científicos, tecnológicos, históricos e/ou sociais, não sendo, portanto, neutro. (RIZZATTI *et al*, 2020, p. 5)

Com todas essas considerações é de fundamental importância que seja realizada uma análise de materiais semelhantes que estejam disponíveis no mercado, analisando pontos relevantes relacionados ao alcance do material, adaptabilidade ao

cenário, pontos positivos e negativos. Para isso, foram encontrados e examinados três livros de videoanálise e ensino de física. O primeiro é de um autor brasileiro e escrito em língua inglesa; o segundo é escrito por um americano, também em língua inglesa e, por fim, o terceiro tem o mesmo autor do primeiro, mas escrito em português.

Inicialmente foi construído o Quadro 5, com o nome das obras e seus pontos de destaque e aqueles que podem ser encarados como pontos negativos. Na sequência há uma discussão em torno desses aspectos de maneira a explicar a construção do produto relacionado a esta tese e como ele pode explorar/potencializar os aspectos positivos observados naqueles livros e, ao mesmo tempo, apresentar atualizações e ideias originais, tendo em vista propostas faltantes nos mesmos.

Quadro 5 – Comparativo entre os livros de videoanálise

LIVRO	PONTOS POSITIVOS	PONTOS NEGATIVOS
Experiments and Video Analysis in Classical Mechanics (I)	<ul style="list-style-type: none"> ● Deduções de equações; ● Discussões posteriores; ● Vídeos disponibilizados através de link; 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sem passo a passo; ● Restrito à mecânica; ● Material direcionado para público-alvo específico; ● Material em língua inglesa;
Physics and Videoanalysis (II)	<ul style="list-style-type: none"> ● Ideias inovadoras; ● Física em diversos contextos; 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sem passo a passo; ● Restrito à mecânica;

	<ul style="list-style-type: none"> ● Deduções de equações; ● Gráficos e imagens disponíveis; ● Discussões posteriores; 	<ul style="list-style-type: none"> ● Videoanálise apresentada apenas em imagens e gráficos;
Experimentos e Videoanálise – Dinâmica (III)	<ul style="list-style-type: none"> ● Deduções de equações; ● Discussões posteriores; ● Vídeos disponibilizados através de link; 	<ul style="list-style-type: none"> ● Sem passo a passo; ● Restrito à mecânica; ● Material direcionado para público-alvo específico (estudantes de graduação);

Fonte: Autor (2023)

O livro I (Experiments and Video Analysis in Classical Mechanics) apresenta-se como um ótimo material que explora o ensino/estudo da mecânica e seus experimentos, fazendo uso de linguagem acadêmica adequada. Publicado em 2017, possui 189 páginas divididas em 13 capítulos, cada um representando um tópico da mecânica: Inércia; Aceleração da Gravidade; Aceleração da Gravidade com Videoanálise; Movimento Circular; Dinâmica, Pêndulo, Pêndulo com videoanálise, Pêndulo Cônico, Rolamento, Cinemática, Lançamento Horizontal e Energia Mecânica; Coeficiente de Restituição; Colisão Bidimensional.

Há discussões relativas aos contextos históricos, bem como imagens dos experimentos e gráficos construídos com auxílio de programas de computador e outros confeccionados a mão. Os vídeos trabalhados ao longo do livro estão

disponibilizados na página 183, proporcionando uma aproximação entre o leitor e fazendo com que possamos conferir resultados e utilizá-los de outras formas.

Ao mesmo tempo, o material é restrito às práticas de mecânica e é construído com uma linguagem em nível de graduação – utilizando noções de limite, derivada e integral – fazendo com que o livro seja direcionado para uma parcela restrita de professores/estudantes. Outro ponto que chama atenção é que o livro não conta com um modelo tradicional de abordagem dos experimentos ou, como definimos, um passo a passo. Isso pode implicar em dificuldades para aqueles que não estão familiarizados com a videoanálise ou com os processos experimentais.

Em um contexto, já explorado, de escassez de professores e materiais relacionados à física, o livro analisado não oferece suporte para níveis diversos de ensino/aprendizagem, sendo necessária formação complementar para sua utilização completa.

Além dos pontos já citados, o fato de estar escrito em língua inglesa foi destacado como ponto negativo pela questão observada da necessidade de trabalhos sobre videoanálise em língua portuguesa. De fato, houve um aumento no número de trabalhos referentes à videoanálise nos periódicos nacionais e internacionais (BORDIN, 2020, p. 49), mas ainda necessitamos de objetos mais consistentes que contribuam com o Ensino de Física que acontece em língua portuguesa. É bom salientar que a escrita em língua inglesa também pode ser considerada um ponto positivo, se o objetivo for alcance global, mas para efeitos de relação com esta tese (que é voltada para o Ensino de Física em escolas brasileiras) isto foi destacado com um impacto negativo.

O livro II (*Physics and Videoanalysis*) tem um viés diferente dos livros analisados e do produto desta tese. Trata-se de um livro publicado em 2016, que conta com 67 páginas, divididas em 11 capítulos: *Introduction to video analysis; Choosing and finding appropriate videos for analysis; Video analysis and basic projectile motion; Video analysis with perspective correction; Using angular size; Using an object's shadow to determine position; Detecting fake videos; Video analysis of spin during the Red Bull Stratos jump; Analysis of an NFL flop; Running the loop the loop; Video analysis of the speeder in the Star Wars VII trailer.*

Com relação ao segundo livro, existem diversos pontos interessantes a serem explorados, principalmente aqueles relacionados com práticas pouco comuns. Utiliza diversos elementos da cultura pop como comerciais, jogos, filmes e esportes para

aplicar a videoanálise e extrair informações pertinentes ao ensino de física. Destaques para a atividade com o jogo *Angry Birds*, a análise de uma jogada do futebol americano e as correções de perspectiva que podem ser feitas no próprio *Tracker*.

Possui contextualizações e aborda diversas técnicas incomuns na própria utilização do *software Tracker*. As equações também são abordadas, deduzidas e boa parte dos materiais está disponibilizado no YouTube. Também foi publicado apenas em inglês, sem evidenciar os passos para realização das atividades propostas e, na maioria dos casos, apresenta os resultados da videoanálise no formato de gráficos.

Este material apresenta grande potencial por aproximar a física/videoanálise de tópicos de interesse dos estudantes, apostando na criatividade das práticas para cativar e incentivar o uso do *Tracker* nesses contextos. Mesmo assim, seu alcance torna-se limitado por apresentar as possibilidades sem proporcionar a independência daquele que o lê. Assim, se alguém quiser reproduzir as atividades expostas, necessitará de enorme esforço, podendo implicar em um desânimo com o material.

O último exemplar examinado, livro III (Experimentos e Videoanálise – Dinâmica), é igual ao livro I, porém em português. Há algumas diferenças para o exemplar em inglês, especialmente no tutorial do *Tracker* que aparece ao final do material. As considerações são as mesmas feitas anteriormente, com o destaque para a possibilidade de impactar na realidade brasileira dos cursos de experimentação, nas licenciaturas e bacharelados.

Este livro foi escrito com o intuito de ajudar os estudantes de licenciatura e bacharelado em física e química, das engenharias e, em alguns casos, de nível médio e técnico a unir essas “duas físicas”. O livro tem pretensão de não ser apenas uma referência para as aulas de laboratório de física básica das universidades, institutos federais, universidades tecnológicas e escolas técnicas, mas uma referência para as aulas de uma única física. (JESUS, 2014, p. 13)

Esse trecho extraído do próprio prefácio do livro, corrobora o que foi explorado anteriormente no que diz respeito ao público-alvo. Devido ao teor acadêmico do livro, bem como as ferramentas matemáticas, evidentemente, o alcance é restrito ao envolvidos em processos educacionais a partir da graduação.

Visando colaborar com as produções existentes até agora, é essencial que o produto apresente alternativas para os trabalhos destacados, melhorando os aspectos positivos e apresentando soluções para os negativos. Assim, o livro de videoanálise desenvolvido, organizado e ligado a esta tese foi arranjado de maneira a enfatizar

pontos cruciais na utilização do *software Tracker* nas abordagens experimentais nos laboratórios de física.

Basicamente, os pontos negativos dos três livros giram em torno de: **falta do passo a passo; limitação de assunto (mecânica); produção em inglês; público-alvo (graduação).**

No que diz respeito à falta de passo a passo, cada seção/assunto explorado no PE contará com as devidas explicações ao longo do processo e, ao final de cada experimento, haverá uma sequência de parâmetros definida, com o objetivo de auxiliar o uso da ferramenta. Isso visa proporcionar uma utilização que atenda as diferentes necessidades do leitor.

Outro aspecto a ser trabalhado é a abordagem de experimentos de outras partes da física, como a Óptica, Eletricidade e Magnetismo e Termodinâmica. Esse é um ponto diferencial relevante, visto que, como evidenciado anteriormente, no capítulo de revisão da bibliografia, a mecânica permanece com a preferência dos pesquisadores.

Como este trabalho faz parte de um programa de pós-graduação de uma Universidade Federal, é primordial que o PE esteja em língua portuguesa para atender aos anseios da sociedade que, direta ou indiretamente, financia esta pesquisa.

Por fim, a videoanálise é citada em diversos trabalhos como uma metodologia capaz de contribuir com professores e estudantes, em diversos ambientes, de diversas regiões. No entanto, os livros citados são voltados para públicos limitados e, que muitas vezes, tem contato com os experimentos *in loco*. Objetivando contribuir – também – com aquela parcela da sociedade que só poderá realizar as práticas propostas através dos vídeos, buscou-se adaptar e apresentar opções que atinjam públicos-alvo diferentes, como a educação básica (Ensino Fundamental e Médio).

Para que tudo funcione, foi disponibilizado no início do livro, um manual de utilização do *software Tracker*, bem como dos componentes necessários ao uso. Importante destacar que o uso dessa ferramenta aliada ao desenvolvimento experimental, dialoga com competências e habilidades descritas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Assim, o livro pode adaptar-se as necessidades das escolas/professores/estudantes, seja na Formação Geral Básica (FGB) ou nos diversos Itinerários Formativos (IF).

Para que a inclusão seja facilitada, no contexto da BNCC, os seguintes parâmetros da área de Ciências da Natureza devem ser observados:

Quadro 6 – Competências e Habilidades, inserindo a videoanálise nas Ciências da Natureza

COMPETÊNCIA	DESCRIÇÃO
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).
HABILIDADE	DESCRIÇÃO
EM13CNT101	Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.
EM13CNT201	Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a

	evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.
EM13CNT204	Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como <i>softwares</i> de simulação e de realidade virtual, entre outros).
EM13CNT205	Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
EM13CNT301	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.
EM13CNT302	Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens,

	mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.
--	--

Fonte: BNCC, p. 553-560 (2016).

A área de Ciências da Natureza claramente dialoga de forma direta com a possibilidade de uso do *Tracker* visto que algumas habilidades e competências são abrangidas por essa prática. Já foram expostas diversas situações em que a versatilidade deste processo influencia substancialmente no processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, não se deve restringir o uso da ferramenta e do processo a uma área determinada pela formação daquele que a utiliza. Sendo assim, o Ensino de Física não é o único a compreender a necessidade das habilidades e competências citadas no capítulo 8. Se olharmos para a área de Matemática e suas Tecnologias, também fica evidente a aderência do processo de videoanálise para essas questões.

Quadro 7 – Competências e Habilidades, relacionando videoanálise à Matemática

COMPETÊNCIA	DESCRIÇÃO
2	Propor ou participar de ações para investigar desafios do mundo contemporâneo e tomar decisões éticas e socialmente responsáveis, com base na análise de problemas sociais, como os voltados a situações de saúde, sustentabilidade, das implicações da tecnologia no mundo do trabalho, entre outros, mobilizando e articulando conceitos, procedimentos e linguagens próprios da Matemática.
3	Utilizar estratégias, conceitos, definições e procedimentos matemáticos para interpretar, construir modelos e resolver problemas em diversos contextos,

	<p>analisando a plausibilidade dos resultados e a adequação das soluções propostas, de modo a construir argumentação consistente.</p>
4	<p>Compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão, diferentes registros de representação matemáticos (algébrico, geométrico, estatístico, computacional etc.), na busca de solução e comunicação de resultados de problemas.</p>
5	<p>Investigar e estabelecer conjecturas a respeito de diferentes conceitos e propriedades matemáticas, empregando estratégias e recursos, como observação de padrões, experimentações e diferentes tecnologias, identificando a necessidade, ou não, de uma demonstração cada vez mais formal na validação das referidas conjecturas.</p>
HABILIDADE	DESCRIÇÃO
EM13MAT203	<p>Aplicar conceitos matemáticos no planejamento, na execução e na análise de ações envolvendo a utilização de aplicativos e a criação de planilhas (para o controle de orçamento familiar, simuladores de cálculos de juros simples e compostos, entre outros), para tomar decisões.</p>
EM13MAT301	<p>Resolver e elaborar problemas do cotidiano, da Matemática e de outras áreas do conhecimento, que envolvem equações lineares simultâneas, usando</p>

	técnicas algébricas e gráficas, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
EM13MAT302	Construir modelos empregando as funções polinomiais de 1º ou 2º graus, para resolver problemas em contextos diversos, com ou sem apoio de tecnologias digitais.
EM13MAT312	Resolver e elaborar problemas que envolvem o cálculo de probabilidade de eventos em experimentos aleatórios sucessivos.
EM13MAT401	Converter representações algébricas de funções polinomiais de 1º grau em representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais o comportamento é proporcional, recorrendo ou não a <i>softwares</i> ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica.
EM13MAT402	Converter representações algébricas de funções polinomiais de 2º grau em representações geométricas no plano cartesiano, distinguindo os casos nos quais uma variável for diretamente proporcional ao quadrado da outra, recorrendo ou não a <i>softwares</i> ou aplicativos de álgebra e geometria dinâmica, entre outros materiais.
EM13MAT501	Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa

	generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 1º grau.
EM13MAT502	Investigar relações entre números expressos em tabelas para representá-los no plano cartesiano, identificando padrões e criando conjecturas para generalizar e expressar algebricamente essa generalização, reconhecendo quando essa representação é de função polinomial de 2º grau do tipo $y = ax^2$.
EM13MAT503	Investigar pontos de máximo ou de mínimo de funções quadráticas em contextos envolvendo superfícies, Matemática Financeira ou Cinemática, entre outros, com apoio de tecnologias digitais.

Fonte: BNCC, p. 531-541 (2016).

Segundo Choppin (2004, p. 553) existem quatro funções básicas para um livro didático que são: Referencial, Instrumental, Ideológica/Cultural e Documental. Cada uma conta com uma contribuição específica para determinada circunstância e, com isso, o material pode ser construído para enfatizar determinado parâmetro. O Produto Educacional está alinhado, de maneira mais intensa, a três dessas funções.

A função Referencial é a representação das ementas, planos e matrizes. Ela condensa os conhecimentos que os especialistas consideram relevantes para serem transmitidos aos estudantes. O PE pode ser manejado de maneira a se adaptar a esta função, na medida em que consegue apresentar e explorar os tópicos de modo tradicional. Sendo assim, aquele que tiver interesse em seguir o material em uma ordem determinada e em sequência lógica, poderá fazê-lo.

A função Instrumental é aquela cujo objetivo é instituir/apresentar métodos e práticas que guiarão o desenvolvimento de competências e habilidades relevantes para o contexto em que o estudante estiver inserido. Em sinergia com o conceito de

Laboratório Tradicional, o PE é organizado para apresentar a sequência “passo a passo”, para aqueles que optarem por seguir essa linha.

Alinhada à essência do Laboratório Divergente a função Documental tem como foco, de acordo com Choppin (2004): “desenvolver o espírito crítico do aluno”. Como ressaltado nos capítulos anteriores, um dos objetivos do livro é proporcionar uma experiência personalizada, fornecendo assistência para aqueles que queiram adaptar o material para suas realidades.

Como se trata de um material inédito e podendo ser aplicado em um momento educacional que passa por atualização, não há como vislumbrar o impacto deste produto na sociedade, afastando assim a função Ideológica/Cultural, ainda que, de certa forma, seja possível especular que a disponibilidade do livro enquanto REA aliada à disseminação do uso da videoanálise em ambiente escolar apresente potencial de transformação de uma cultura escolar rígida e muitas vezes refratária a mudanças.

Deste modo, não é possível dizer de maneira geral, como os agentes do universo escolar, alunos e professores, irão consumir os livros didáticos, dado que este consumo vai depender das propriedades de posição e de situação no interior da estrutura social e dos distintos níveis de apropriação destes livros, que dependerão dos distintos capitais acumulados e mobilizados, tanto no processo educativo, quanto nas distintas experiências de vida. (MARTINS, 2014, p. 57)

No fim, não existe a necessidade de especificar como o livro deve ser utilizado ficando esta tarefa a cargo do leitor interessado. É bem verdade que todos os livros didáticos possam ser adaptados para as necessidades dos professores e estudantes, mas dificilmente os próprios instrumentos de discussão (vídeos e experimentos) estão disponíveis para alterações. As múltiplas possibilidades de uso são, em grande parte, o trunfo deste produto educacional.

Para finalizar é fundamental relatar e discutir as variadas ações do grupo de pesquisa ao qual esta tese está ligada. Como referido em parágrafos anteriores, o livro é reflexo de anos de desenvolvimento de materiais como vídeos, tutoriais, manuais, palestras, minicursos que dialogaram com diversos ambientes de ensino com variados públicos e espaços.

São trabalhos apresentados em congressos nacionais (BORDIN *et al* , 2021; PERES *et al* , 2021; BORDIN *et al* , 2020), internacionais (PERES *et al* , 2020; PERES

et al , 2016) e periódicos (BEZERRA JR *et al* , 2021; BORDIN *et al* , 2020; PERES *et al* , 2020) ressaltando a importância acadêmica e a aceitação da comunidade do ensino de ciências para com as atividades relacionadas à videoanálise. Além disso são três dissertações (OLIVEIRA, 2014; PERES, 2016; BORDIN, 2020) e duas teses em processo de construção e validação.

Porém, seria contraditório restringir a relevância dos processos de videoanálise aos trabalhos aceitos pela comunidade científica, visto que essa crítica foi sinalizada nos parágrafos deste capítulo. Para além disso o destaque fica por conta das integrações entre os vários níveis de ensino relacionando professores de ensino fundamental, médio, graduação e pós-graduação na condução de atividades (curso, minicurso, visitas técnicas, apresentações, aulas, oficinas, palestras) que impactem seu entorno, promovendo assim um aperfeiçoamento constante das inúmeras ações propostas pela videoanálise.

No que diz respeito ao alcance dos materiais e dos produtos educacionais cabe destacar que foram utilizados por professores e estudantes de escola pública (OLIVEIRA, 2014), de escolas particulares (PERES, 2016; SANTOS, 2017), em cursos ministrados para professores universitários (BORDIN, 2020), culminando em um *software* próprio, o Videoanalizando, desenvolvido por um integrante do grupo de pesquisa (vide www.videoanalizando.org).

Portanto há de se destacar que a respeito das funções de um programa de pós-graduação de ensino profissional esta tese, bem como seu PE, promovem o diálogo entre os vários meios educacionais, agindo em muitos contextos, compondo um conjunto de tecnologias e intervenções que potencializam os cursos de formação, as sequências didáticas com o *Tracker* e, posteriormente, com o Videoanalizando.

9. APLICAÇÃO DO PROCESSO DE VIDEOANÁLISE

Como processo, a videoanálise se configura por uma realização contínua e ressignificada. Com a inclusão dos itinerários formativos no Ensino Médio, a partir da nova BNCC, abriu-se a possibilidade de execução de disciplinas, oficinas e situações de trabalho em um contexto mais flexível do que a sala de aula tradicional, na qual os professores têm prazos e obrigações mais limitadas. Sendo a investigação-ação uma metodologia estratégica de observação e aplicação, fez-se necessário um período de

testes de ordem prática: como apresentar aos estudantes; qual importância eles dão para a prática; quais as dificuldades encontradas ao manusear o software; como se relacionam na produção dos vídeos; qual o impacto observado na prática aliada à tecnologia; se é fácil utilizar a estrutura da escola para a aplicação das atividades.

Neste ponto é fundamental fazermos uma reflexão acerca do ensino. É notório que as disciplinas relacionadas às metodologias de ensino delimitam, com o objetivo de padronizar e organizar, os momentos de uma pesquisa. Sendo assim, quando escrevemos um trabalho é importante descrever as etapas de uma investigação. Nesta tese, não é diferente.

Entretanto, o processo de videoanálise não trabalha com cobaias, mas com seres humanos em formação que precisam de atenção, cuidado e, acima de tudo, respeito. Nesse sentido o trabalho docente nada mais é do que a pesquisa de uma vida, na qual o professor se aprimora, estuda, compreende os padrões, muda de tempos em tempos, observa, corrige e, obviamente, aprende.

Assim é possível constatar que todo professor, possui argumentos e experiências que em diversas vezes não são validadas pela academia de forma padrão, mesmo que os anos de profissão elevem estes profissionais à condição de “intelectuais transformadores” (GIROUX, 1997).

Quando os professores de fato entram no debate é para serem objetos de reformas educacionais que os reduzem ao status de técnicos de alto nível cumprindo ditames e objetivos decididos por especialistas um tanto afastados da realidade cotidiana da vida em sala de aula. A mensagem parece ser que os professores não contam quando se trata de examinar criticamente a natureza e processo de reforma educacional. (GIROUX, p. 157, 1997)

Foi de extrema importância observar os efeitos do processo de videoanálise preliminarmente, mesmo que não seja para fins de validação acadêmica. É crucial ressaltar que alguns aspectos exigidos pela academia precisam ser adaptados para a pesquisa em ensino, visto que o trabalho docente não pode dissociar-se da pesquisa. Em outras palavras: a tese de doutorado não pode ser um episódio pontual na vida do professor, mas parte de um processo amplo de aprimoramento das práticas educacionais.

Como discurso teórico crítico, os estudos curriculares terão que redefinir o relacionamento entre a teoria e prática, superando mais do que reforçando a divisão de trabalho entre eles. Particularmente ao definir a conexão entre instituições de educação superior e as escolas públicas, o estudo curricular terá que ser reconstruído em aliança específica com formas ativas de vida comunitária. (GIROUX, p. 172, 1997)

Sendo assim, antes da aplicação efetiva com critérios definidos e alinhados a Investigação-Ação algumas situações foram observadas durante o período de um ano letivo, como forma de preparação. Em algumas instituições os próprios programas de defesa do computador podem boicotar a instalação do *Tracker*, o que se apresenta como um primeiro obstáculo, visto que a autonomia do professor fica comprometida, sendo necessário o trabalho conjunto com outros profissionais responsáveis pela área de tecnologia das escolas que realizaram, por exemplo, a instalação dos softwares.

Além disso, o processo pode ser dificultado quando o acesso da internet é ruim, pois em diversas ocasiões os estudantes enviam os vídeos gravados para ambientes online (e-mail, Whatsapp e ambientes virtuais próprios das escolas). Portanto, é recomendável que esses pontos sejam analisados previamente.

Nas escolas em que atuo, os PCs foram substituídos por laptops, com isso parece ser uma tendência que as escolas não mantenham mais ambientes antes chamados de laboratórios de informática, sendo necessário o transporte dos laptops para as próprias salas de aula. Com isso, o transporte e montagem destes equipamentos devem ser considerados no processo de videoanálise aplicado.

Durante o itinerário a aplicação das atividades com o *Tracker* foi organizada da seguinte forma:

- I. Apresentação do *Tracker* e do processo de videoanálise;
- II. Montagem das atividades experimentais;
- III. Realização e filmagens;
- IV. Desenvolvimento da videoanálise;
- V. Discussões sobre as aplicações;
- VI. Aplicação em outros experimentos;

A primeira aparição da videoanálise nas aulas do itinerário foi importante para expor as ideias e explicações sobre o funcionamento do *Tracker* e do processo de videoanálise. Foi enfatizado que a aplicação do programa é um processo que visa explorar diversas habilidades e competências como: processo de criação, planejamento, gravação e edição de vídeos, utilização do software de videoanálise, construção de gráficos, interpretação de dados etc. Os estudantes foram orientados a trabalhar em grupos ao longo dos encontros e alguns já tinham conhecimento do software.

Para finalizar esse encontro foram detalhadas as funções principais do *Tracker* bem como os procedimentos iniciais e necessários para o trabalho baseado nas imagens: gravação adequada e marcações iniciais (eixos coordenados, bastão de calibração e marcação dos pontos de massa).

Posteriormente, em outra aula, um desafio foi proposto aos estudantes: soltar um ovo do terceiro andar de um dos prédios da escola, sem quebrá-lo. A saída encontrada, em grupo, foi a construção de um paraquedas (Figuras 6, 7 e 8). Para isso foram utilizados sacos plásticos, barbante, palitos de churrasco, caixas de isopor e papelão.

Os estudantes realizaram alguns testes preliminares, mas, basicamente, esse encontro se restringiu à confecção. Importante ressaltar que os estudantes construíram uma identidade para o ovo (vide Figura 6) e, com isso, alunos que possuíam habilidades com desenho, pintura e escrita puderam aplicar suas ideias durante o processo.

Figura 6 – Imagem de um dos ovos personalizados pelos estudantes.



Fonte: Autor (2022)

Figura 7 – Montagem do paraquedas de uma das equipes



Fonte: Autor (2022)

Figura 8 – Montagem de outra equipe



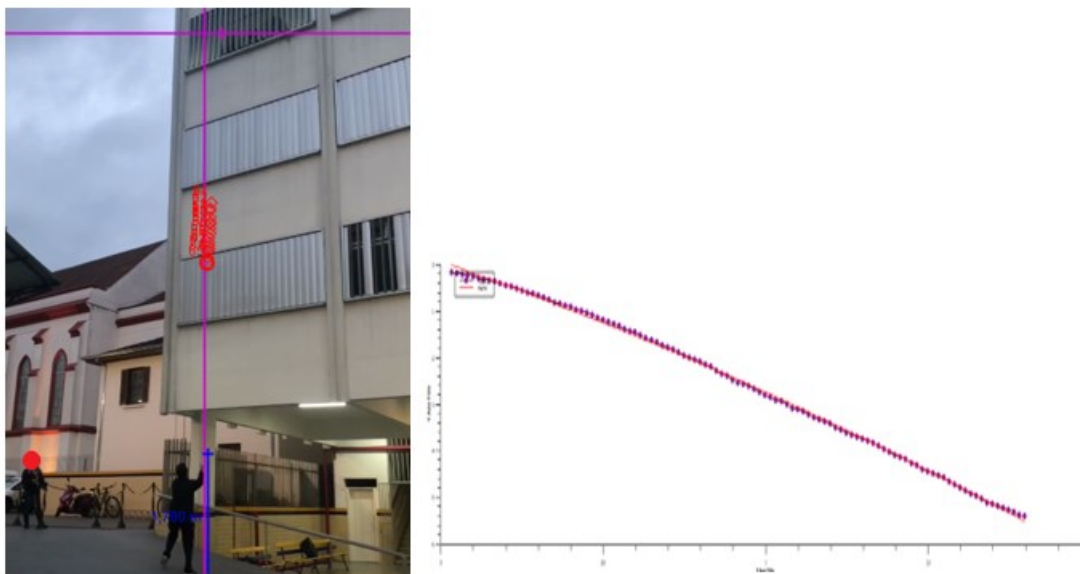
Fonte: Autor (2022)

Na aula seguinte foram realizadas as gravações da atividade experimental. Assim, cada equipe fez a liberação do ovo com o respectivo paraquedas, sendo que a primeira parte marcou a etapa de testes e planejamento das gravações. Como percebido por todas as equipes, a queda nem sempre ocorria de maneira perfeita, ou seja, em linha reta.

Por isso, ficou determinado que três estudantes fariam gravações simultâneas e, posteriormente, a melhor seria selecionada para análise do vídeo, facilitando o processo de videoanálise (vide Figura 9). Como referência foi utilizado o tamanho de um andar do prédio ou a altura de algum dos participantes.

Todos os grupos obtiveram sucesso na gravação dos vídeos e os ovos chegaram intactos ao chão após a atividade experimental. Dois estudantes faziam a liberação (um abria o paraquedas, outro apoiava o suporte). Enquanto isso, três ficavam no pátio para gravar e dois para a recepção do ovo. No encontro seguinte, finalmente, o *Tracker* foi utilizado.

Figura 9 – Tela do Tracker e gráfico no SciDavis



Fonte: Autor (2022)

Foram trabalhadas as informações obtidas com o a videoanálise. O gráfico gerado pelo Tracker já tinha sido discutido, pois os estudantes do primeiro ano do ensino médio trabalham com funções de primeiro e segundo grau, ao mesmo tempo que aprendem MRU e MRUV na física. Entretanto, notei que relacionar essas coisas de forma tradicional (quadro, giz e laboratório demonstrativo) não garante uma aprendizagem orgânica. Em outras palavras: mesmo aprendendo os dois assuntos é

difícil para o estudante relacioná-los de forma direta, parecendo ser situações diferentes.

No entanto, quando utilizam a videoanálise, o vídeo da situação e a marcação dos pontos ocorre de forma simultânea. Assim, é mais fácil para o estudante observar cada ponto e o que está ocorrendo no gráfico. A construção gráfica passa a ser parte de um processo mais compreensível.

Durante o processo, algumas situações mostraram-se importantes por evidenciar os percalços inerentes ao processo de videoanálise. O primeiro ponto é alertar os estudantes que a câmera deve ficar parada, não podendo acompanhar o movimento dos objetos. Outra coisa é a proximidade com a situação, o que acaba fazendo com que não seja possível analisar e utilizar todos os pontos de interesse.

Os vídeos gravados devem ser armazenados em locais de fácil acesso por todos os integrantes da equipe, visto que ocorreram situações em que o material se encontrava, apenas, no dispositivo de um dos integrantes. Isso ocasionou alguns transtornos por conta da falta dos próprios vídeos para tratamento de dados. Felizmente, uma das formas de contornar esse obstáculo foi utilizar vídeos de outras equipes, com ângulos diferentes e, mesmo que os vídeos fossem iguais, as marcações sofrem diferenças que caracterizam as particularidades de cada equipe.

Outro ponto a salientar é que as escolas têm dinâmicas próprias que abrangem passeios, palestras e eventos esportivos. Não é interessante deixar o processo (gravações/construção de gráficos) interrompido, principalmente da videoanálise para o tratamento de dados.

Todas essas situações permitiram o aprimoramento do processo de videoanálise e municiaram o professor para a aplicação em aulas da Formação Geral Básica (FGB), as tradicionais aulas de física. Para potencializar a prática, as disciplinas de Física e Matemática resolveram trabalhar de forma interdisciplinar, ficando a cargo da Física o início do processo de videoanálise (gravação, utilização do *Tracker*, dados) e para a matemática o trabalho com os gráficos.

Esse modelo foi pensado para dar significado aos estudantes e mostrar que embora sejam disciplinas separadas, podem ser vistas de forma orgânica, não sendo evidentes as fronteiras entre os conhecimentos.

Utilizando o livro “O processo de Videoanálise aplicado” os alunos, em grupos de 6 pessoas, selecionaram o assunto de interesse (Movimento Uniforme, Movimento Uniformemente Variado, Queda Livre e Movimento Parabólico). Na primeira etapa do

processo, foram realizadas filmagens de acordo com as orientações do livro (página “v” até a página “XXVI”), respeitando o enquadramento, a referência de tamanho, a iluminação e o contraste de cor.

Os estudantes foram avaliados pela qualidade das imagens, bem como as características necessárias para a realização do processo de Videoanálise, configurando um modelo chamado de “Avaliação por Rubrica” (vide Quadro 8).

A rubrica pode ser definida, de forma genérica, como um dispositivo/artefato que busca uma descrição detalhada das expectativas do professor em relação ao desempenho do aluno de forma ampla ou em tarefas específicas, apresentando um caráter tanto descritivo quanto preditivo para a produção desse desempenho. (IRALA, et al; p. 58, 2021)

Quadro 8 – Modelo de avaliação por rubrica.

	ÓTIMO	BOM	REGULAR	RUIM
ENQUADRAMENTO				
REFERÊNCIA DE TAMANHO				
ILUMINAÇÃO				
CONTRASTE DE COR				
ENQUADRAMENTO: Câmera não pode tremer, boa distância para o foco;				
REFERÊNCIA DE TAMANHO: É necessário ter algum objeto no vídeo que permita a noção de tamanho (no caso do exemplo demonstrado em sala, foi o diâmetro da cesta de basquete);				
ILUMINAÇÃO: A imagem não pode ser escura;				
CONTRASTE: O objeto que se movimenta, deve ter uma cor destacada do fundo do vídeo.				

Fonte: Autor (2023)

Após a apresentação do software e do livro, o professor fez uma breve demonstração sobre a utilização do *Tracker* com o auxílio de um dos vídeos utilizados na composição do livro.

Posteriormente, os estudantes utilizaram o software *Tracker* para a extração de informações referentes aos processos físicos envolvidos (aceleração, velocidade, distância, etc.). Com isso, eles tiveram acesso às informações da atividade

experimental escolhida. Ao final da marcação dos pontos, selecionaram os dados referentes ao seu experimento e salvaram em uma planilha do EXCEL ou de programa semelhante.

O livro foi disponibilizado em dois formatos, ePUB e PDF. Para aqueles que optaram pelo ePUB recomendou-se os seguintes programas: para celular o Aldiko Book Reader e no computador o Kindle Previewer.

Após a gravação dos experimentos, foi requisitado que selecionassem os dados relevantes, de acordo com cada experimento, conforme esquema do Quadro 9:

Quadro 9 – Temas e informações necessárias

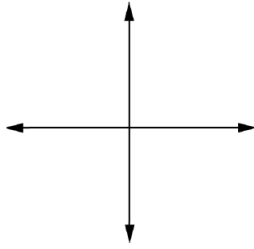
QUEDA LIVRE	Tempo (t), Aceleração (a) e Velocidade (v)
MOVIMENTO UNIFORME	Tempo (t), Velocidade (v)
MOVIMENTO VARIADO	Tempo (t), Aceleração (a) e Velocidade (v)
MOVIMENTO PARABÓLICO	Tempo (t), Posição Vertical (y) e Posição Horizontal (x)

Fonte: Autor (2023)

Após realizarem as gravações, marcações de pontos e análise de dados, os estudantes enviaram essas informações para o professor que, com auxílio de outro software (SciDavis), construiu os gráficos e as funções em conjunto com as equipes.

Essas informações foram utilizadas durante uma atividade de matemática (vide Quadro 10), na qual a professora selecionou as equações mais pertinentes para que os estudantes construíssem os gráficos e comparassem com os resultados do SciDavis.

Quadro 10 – Atividade de matemática baseada no processo de videoanálise.

FUNÇÃO	COEF. ANGULAR	PONTO DE INTERSECÇÃO COM EIXO Y	ZERO DA FUNÇÃO	VÉRTICE (Xv, Yv)	ESBOÇO DO GRÁFICO
					

Fonte: Autor (2023)

10. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Sendo a Investigação-Ação um processo cíclico e colaborativo, o professor auxiliou os estudantes durante todas as etapas do trabalho. Para organizar a discussão de forma mais eficiente, inicialmente serão exploradas as impressões do professor sobre todo o processo de videoanálise e, posteriormente, as conclusões dos estudantes.

Alinhado à metodologia citada no parágrafo anterior, o trabalho foi desenvolvido de forma colaborativa entre os estudantes e o professor, este último se colocando como um integrante de cada equipe, ficando responsável por validar os vídeos e construir os gráficos para análises posteriores.

Nesta etapa, os estudantes utilizaram o livro para o prosseguimento da atividade com o *Tracker*. Os grupos foram separados por temas, na seguinte configuração:

Quadro 11 – Temas e divisão dos grupos.

TEMAS	GRUPOS
MOVIMENTO UNIFORME	8, 11, 12, 22*, 23,
MOVIMENTO VARIADO	4, 6, 8*, 16, 17, 18, 21, 24, 27
QUEDA LIVRE	1, 2, 7, 9, 13, 14, 20, 25
MOVIMENTO PARABÓLICO	3, 5, 10, 15, 19, 26

Fonte: Autor (2023)

O grupo 8 contava com um número maior de integrantes e, por isso, ficou responsável por dois temas (Movimento Uniforme e Movimento Variado). O grupo 22 deveria trabalhar com o Movimento Variado, entretanto, acabou realizando um Movimento Uniforme, situação que será abordada posteriormente nesta tese.

O total de grupos formados foi de 27 grupos, com 5 ou 6 integrantes. O primeiro ponto a se destacar é a familiaridade dos jovens com os instrumentos tecnológicos, havendo poucos percalços sobre a utilização do software. A principal dificuldade foi relativa ao layout do site do *Tracker*, confundindo alguns estudantes por conta do design pouco moderno da página na qual o programa está hospedado. Entretanto, todos os grupos conseguiram utilizar o software.

Em se tratando da produção dos vídeos, as orientações foram seguidas à risca por todos os grupos, sendo assim, a maior parte dos tópicos exigidos na avaliação por rubrica foram atendidos. Todos os grupos produziram filmes que atingiram avaliações “ótimo” e “bom” em todos os parâmetros avaliados.

Dos 27 grupos, 18 atingiram a pontuação máxima, com parâmetros “ótimos” nas quatro categorias avaliadas (vide Quadro 12). Alguns grupos obtiveram avaliações boas e regulares em quesitos específicos devido a algum percalço na própria gravação, como câmera em movimento ou referência de tamanho mal colocada.

Quadro 12 – Categorias de avaliação.

CATEGORIA	PARÂMETROS AVALIATIVOS
ENQUADRAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> ● ÓTIMO: 22 ● BOM: 5
REFERÊNCIA DE TAMANHO	<ul style="list-style-type: none"> ● ÓTIMO: 24 ● BOM: 2 ● REGULAR: 2
ILUMINAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> ● ÓTIMO: 27
CONTRASTE DE COR	<ul style="list-style-type: none"> ● ÓTIMO: 25 ● BOM: 2

Fonte: Autor (2023)

Nenhum grupo contou com a avaliação ruim, portanto, pode-se concluir que todas as gravações poderiam ser utilizadas no processo de videoanálise.

A situação-problema mais utilizada pelos estudantes foi o esporte, surgindo como prática principal em diversos trabalhos por vários motivos, dentre eles: unir as práticas da disciplina de Educação Física e/ou itinerário formativo, com o processo de videoanálise; a familiaridade deles com o esporte e a situação mais fácil de relacionar

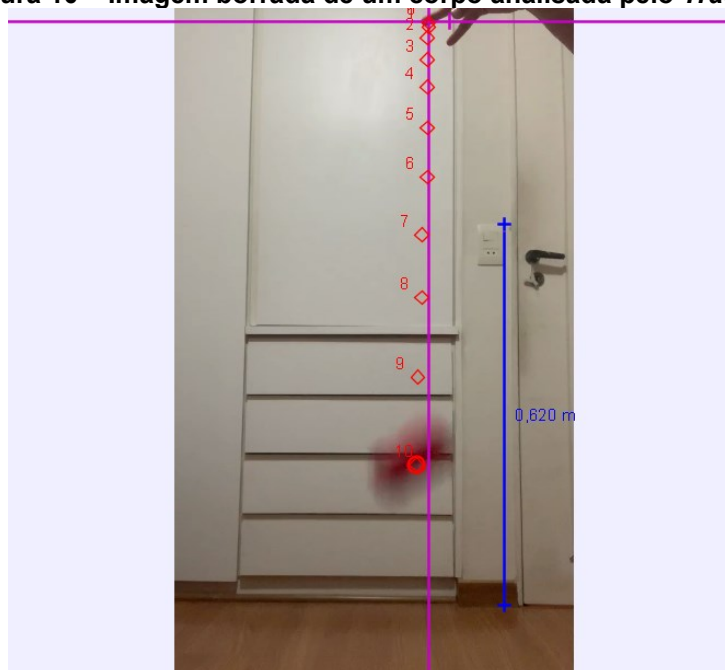
movimentos com o cotidiano. Outras atividades incluíram: movimento das pessoas, de veículos automotivos e queda de objetos comuns do dia a dia.

Pode-se apontar que alguns erros ocorreram por aspectos experimentais como a queda livre que, em determinada situação, contou com um impulso inicial aplicado pelo estudante. Isso acabou impactando no valor da aceleração da gravidade, em virtude do pequeno espaço de análise (pouco mais de 1 metro de altura).

Outro aspecto a se destacar é a utilização da câmera lenta, visto que quando essa função é utilizada, a marcação de pontos se torna enfadonha, impactando no processo e desestimulando os estudantes. Para isso, recomenda-se que a gravação normal seja utilizada.

Em alguns grupos, outro problema que surgiu durante a prática experimental da queda livre foram objetos que eram “deformados” pelo próprio vídeo, visto que a resolução da câmera não acompanhava o movimento plenamente (vide Figura 10). Isso acabou dificultando não só a observação como a marcação dos pontos.

Figura 10 – Imagem borrada de um corpo analisada pelo Tracker.



Fonte: Autor (2023)

A rotação também foi um aspecto observado nas práticas realizadas. Quando os corpos não tinham forma homogênea era comum que rotacionassem e dificultassem a marcação dos pontos (vide Figura 11). Mesmo assim, os grupos que passaram por estas situações conseguiram contorná-la e chegar a valores interessantes.

Figura 11 – Corpo rotacionando analisado pelo Tracker



Fonte: Autor (2023)

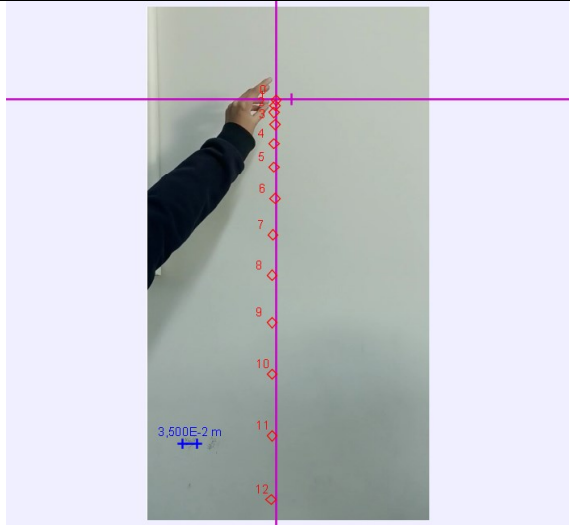
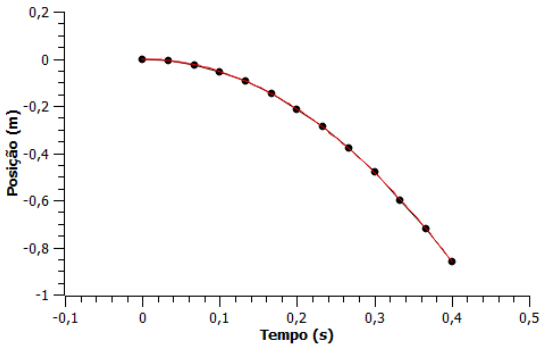
Durante essa parte do processo de videoanálise, várias competências foram exigidas para a realização da atividade: escolha da melhor opção de gravação, a gravação dos vídeos, trabalho em grupo, separação de funções dentro da equipe, a organização dos materiais, a utilização de e-mail, comunicação entre os estudantes e a interação entre os estudantes e o professor.

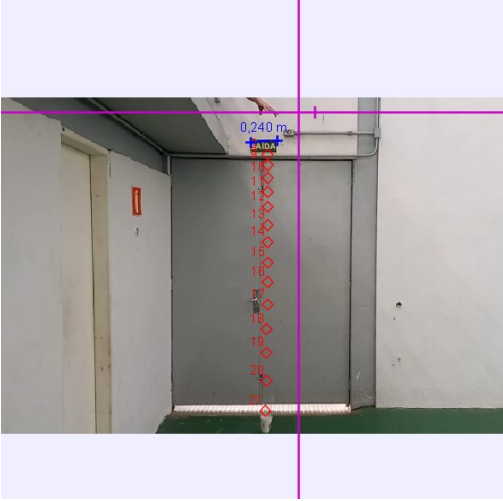
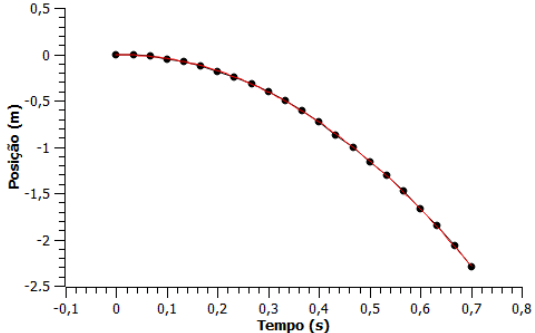
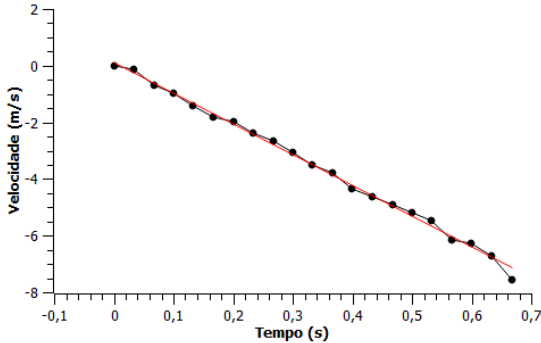
Sendo assim, a primeira etapa do processo, a gravação do vídeo, teve sucesso em seu desenvolvimento por aliar a capacidade dos estudantes em trabalhar com os aparatos tecnológicos e as diversas situações em que observavam os assuntos trabalhados, além de desenvolverem aspectos relevantes para o processo de ensino e aprendizagem como um todo.

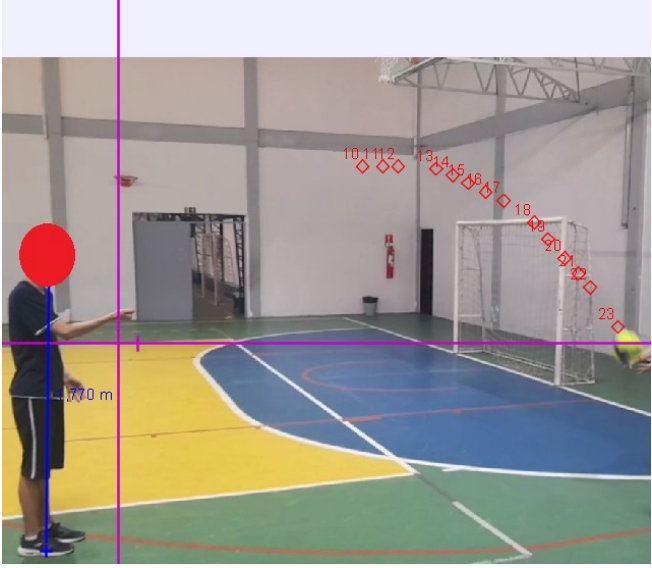
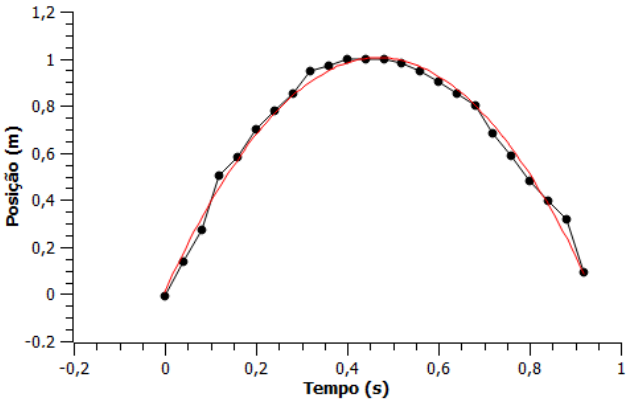
Devido à pequena experiência dos estudantes com Física, Experimentação e Videoanálise, para esta atividade definiu-se que um erro de 10% seria aceitável. Mais do que alcançar resultados precisos, neste ponto da maturação acadêmica dos estudantes, o contato com atividades experimentais mediadas por tecnologias é o que traz uma carga de aprendizado significativa. Com a evolução dos estudantes, ao longo dos três anos do ensino médio, é possível aprimorar essas habilidades e exigir maior rigor experimental.

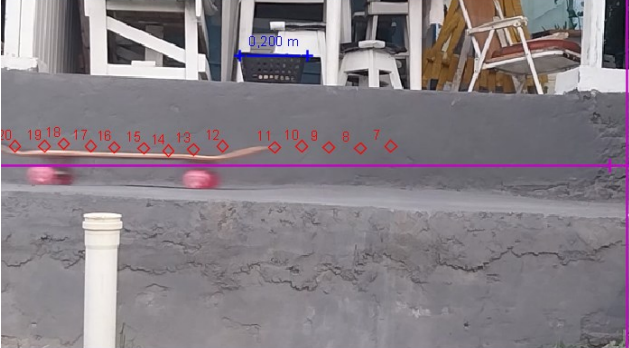
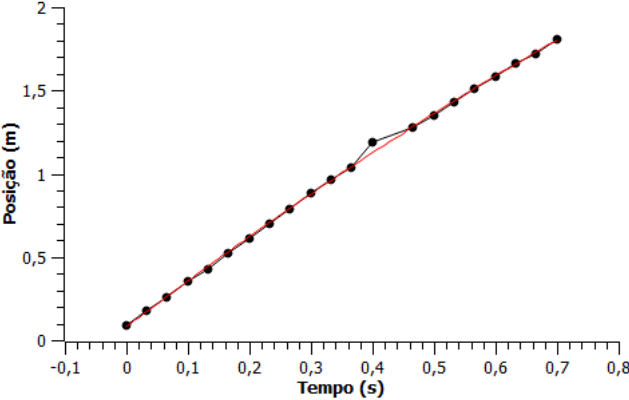
Para a melhor organização do trabalho, os grupos serão analisados individualmente (vide Quadro 13), com as informações, os vídeos e os gráficos gerados.

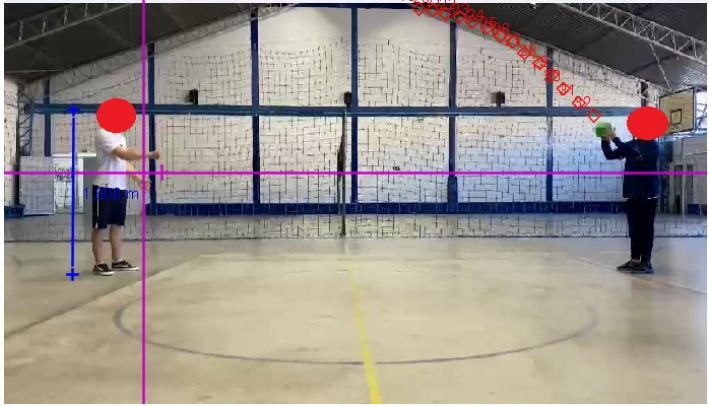
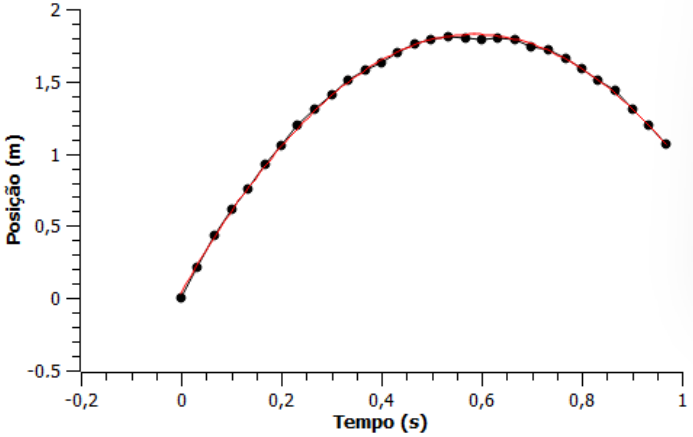
Quadro 13 – Atividades realizadas.

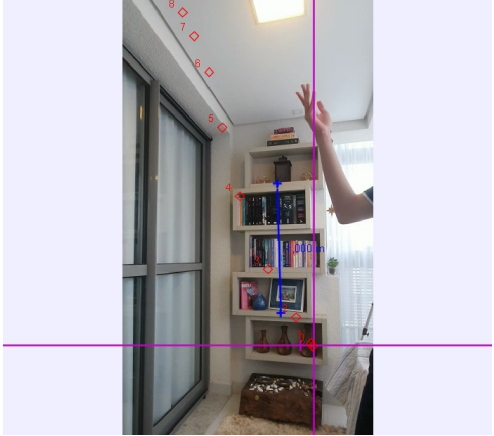
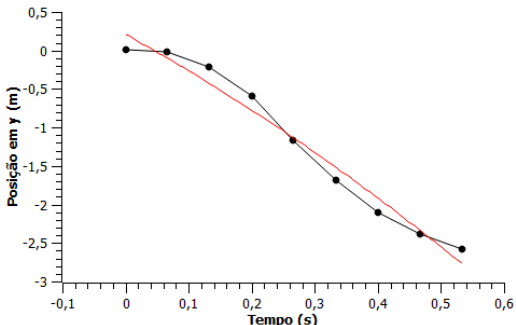
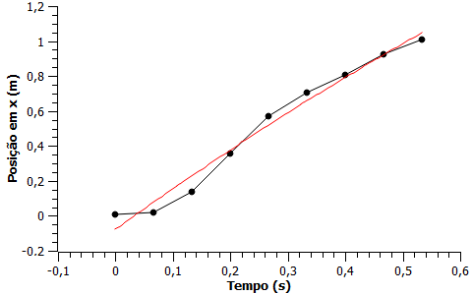
GRUPO	1
TEMA	QUEDA LIVRE
VIDEOANÁLISE	 <p>A photograph showing a hand holding a ruler vertically against a wall. The ruler is marked from 4 to 12. A vertical purple line is drawn through the ruler, and a horizontal purple line is drawn across the top of the ruler. A blue arrow points to the 3,500E-2 m mark on the ruler.</p>
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">QUEDA LIVRE</p>  <p>A graph showing the position (m) versus time (s) for free fall. The y-axis is labeled 'Posição (m)' and ranges from -1 to 0,2. The x-axis is labeled 'Tempo (s)' and ranges from -0,1 to 0,5. The data points form a downward-opening parabola starting at (0,0) and ending at approximately (0,4, -0,8).</p>
FUNÇÃO	$S = 0,1t - 5,4t^2$
COMENTÁRIOS	<p>O grupo realizou a prática da queda livre e alcançou um resultado no limite do aceitável. Isso aconteceu por dois fatores principais: o movimento de recuo da mão ao soltar o objeto e a referência de tamanho precária (marcação na parede da própria sala de aula).</p>

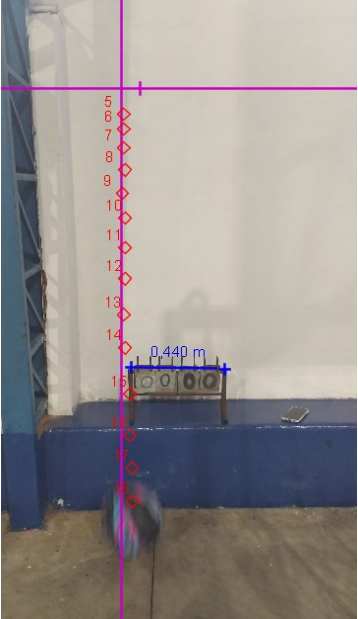
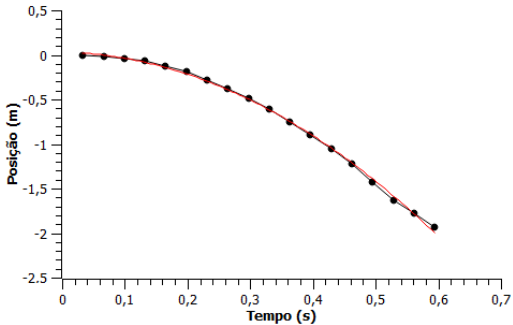
GRUPO	2
TEMA	QUEDA LIVRE
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO 1	<p style="text-align: center;">QUEDA LIVRE</p> 
FUNÇÃO 1	$S = 0,1t - 4,8t^2$
GRÁFICO 2	<p style="text-align: center;">QUEDA LIVRE</p> 
FUNÇÃO 2	$v = 0,1 - 9,6t$
COMENTÁRIOS	Realizaram uma medição no ginásio da escola e encontraram resultados muito interessantes para a aceleração (g).

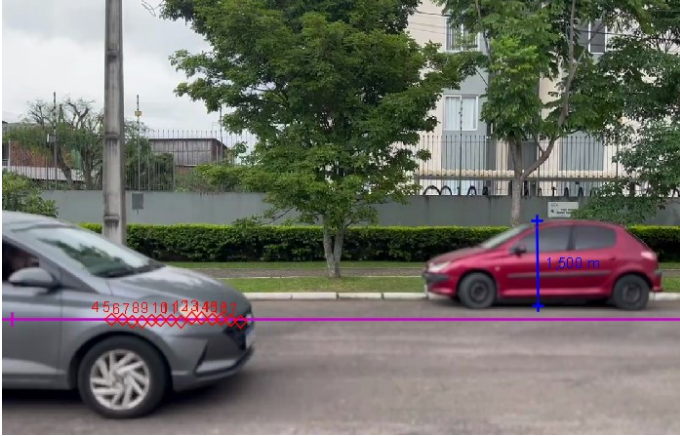
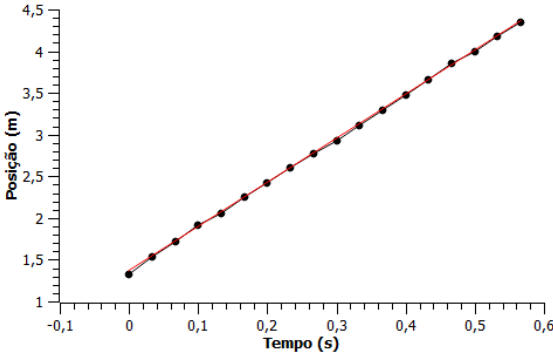
GRUPO	3
TEMA	MOVIMENTO PARABÓLICO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">PARABÓLICO</p> 
FUNÇÃO	$S = 4,2t - 4,5t^2$
COMENTÁRIOS	<p>Este grupo encontrou resultados aceitáveis e um gráfico condizente com o movimento. Entretanto, o enquadramento pode ter interferido negativamente nos valores obtidos.</p>

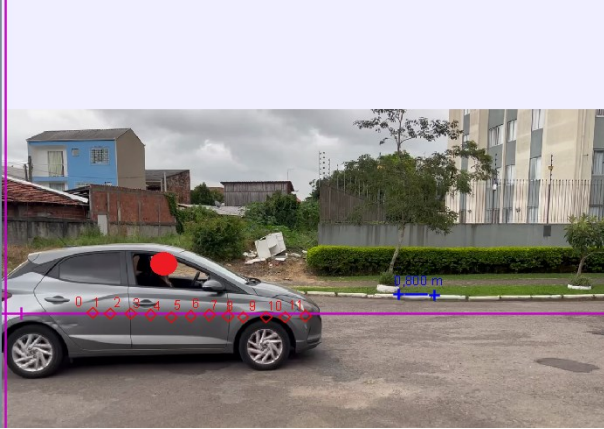
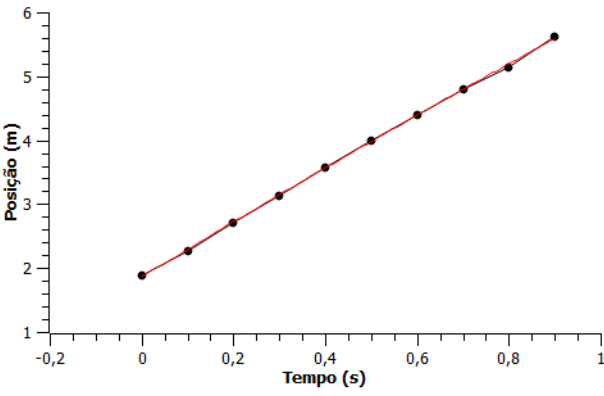
GRUPO	4
TEMA	MOVIMENTO VARIADO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO	$S = 2,8t - 0,5t^2$
COMENTÁRIOS	<p>Como o objeto de análise é um skate, a marcação de pontos pode ser dificultada pela própria estrutura do equipamento. Como a aceleração tem um valor muito pequeno, para esta quantidade de pontos, a parábola não fica evidente no gráfico (motivo de discussão em sala de aula).</p>

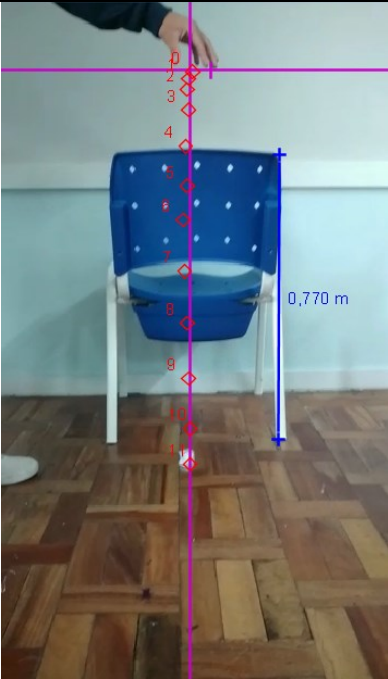
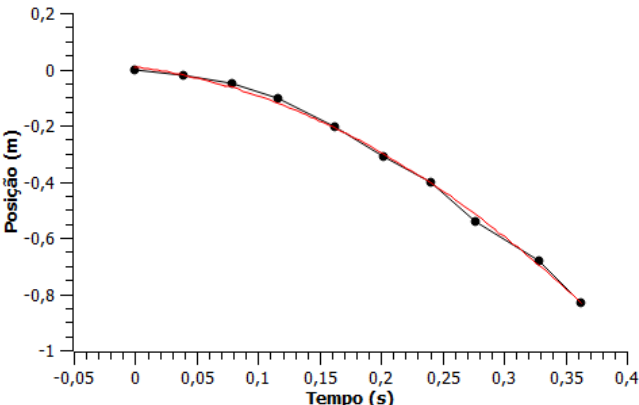
GRUPO	5
TEMA	MOVIMENTO PARABÓLICO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">PARABÓLICO</p> 
FUNÇÃO	$S = 6t - 5,2t^2$
COMENTÁRIOS	<p>Uma aplicação voltada para o voleibol, inserindo o movimento parabólico em um saque. Gráfico apresenta uma parábola consistente e a função evidencia um valor para a aceleração condizente com a atividade, levando em consideração a margem de erro prevista.</p>

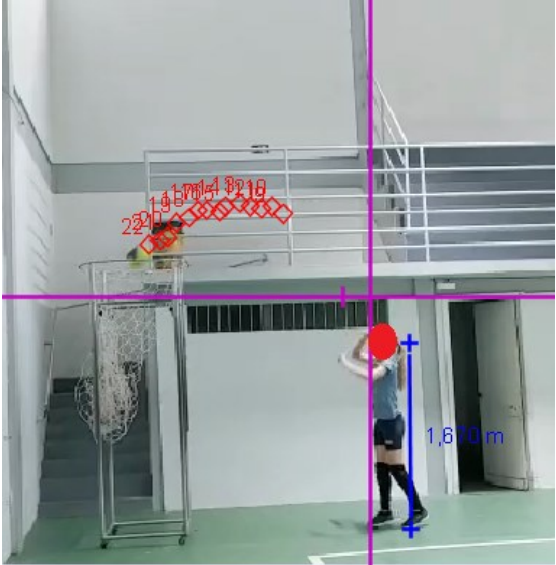
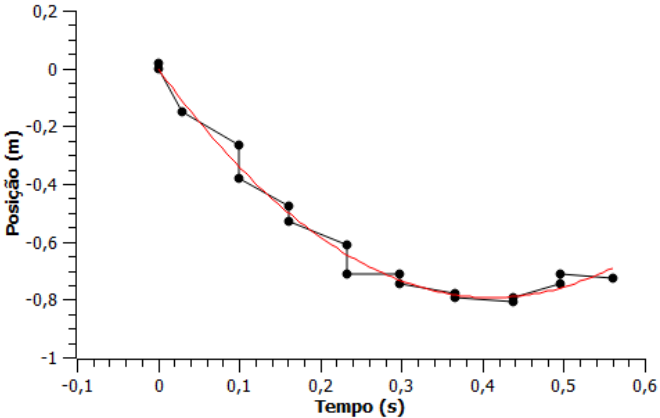
GRUPO	6
TEMA	MOVIMENTO VARIADO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO 1	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 1	$S = 0,2 - 4,5t - 2t^2$
GRÁFICO 2	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 2	$FUNÇÃO: S = 2,4t - 0,5t^2$
COMENTÁRIOS	<p>Do ponto de vista experimental é complicado de trabalhar pois tanto o enquadramento, quanto o movimento em si, não são ideais. Porém, a opção foi por analisar o movimento bidimensional e observar as diferenças que ocorrem nos eixos coordenados.</p>


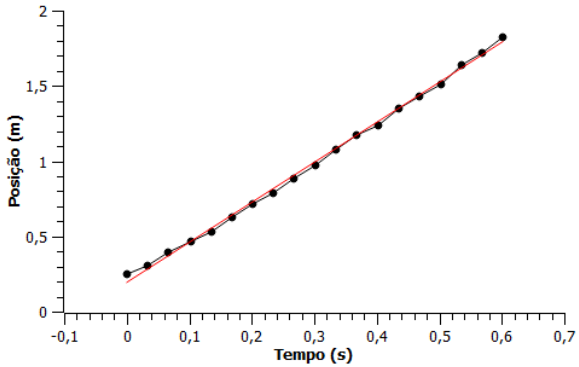
GRUPO	7
TEMA	QUEDA LIVRE
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">QUEDA LIVRE</p> 
FUNÇÃO	$S = -0,1t - 5,5t^2$
COMENTÁRIOS	<p>A opção da equipe foi por liberar uma bola de basquetebol. O tamanho do objeto e a deformação (na videoanálise) interfere na marcação de pontos. O resultado ficou um pouco acima (12%) do erro permitido. Outro ponto a destacar é que o retorno da bola poderia ser utilizado em atividades posteriores relacionadas a colisões e energia.</p>


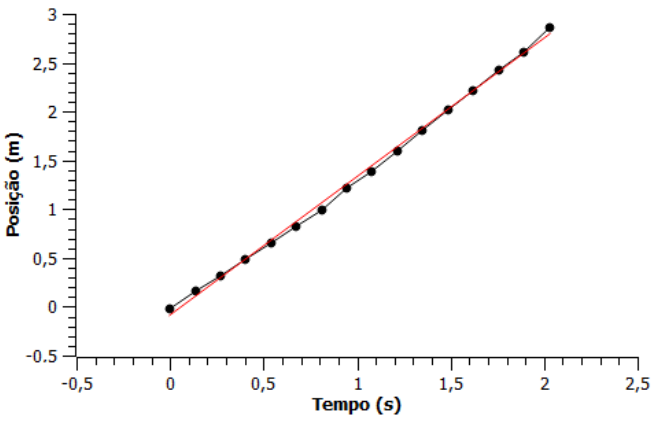
GRUPO	8																																																																
TEMA	MOVIMENTO UNIFORME																																																																
VIDEOANÁLISE																																																																	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO UNIFORME</p>  <table border="1" style="display: none;"> <caption>Data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Tempo (s)</th> <th>Posição (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,0</td><td>1,4</td></tr> <tr><td>0,02</td><td>1,5</td></tr> <tr><td>0,04</td><td>1,6</td></tr> <tr><td>0,06</td><td>1,7</td></tr> <tr><td>0,08</td><td>1,8</td></tr> <tr><td>0,10</td><td>1,9</td></tr> <tr><td>0,12</td><td>2,0</td></tr> <tr><td>0,14</td><td>2,1</td></tr> <tr><td>0,16</td><td>2,2</td></tr> <tr><td>0,18</td><td>2,3</td></tr> <tr><td>0,20</td><td>2,4</td></tr> <tr><td>0,22</td><td>2,5</td></tr> <tr><td>0,24</td><td>2,6</td></tr> <tr><td>0,26</td><td>2,7</td></tr> <tr><td>0,28</td><td>2,8</td></tr> <tr><td>0,30</td><td>2,9</td></tr> <tr><td>0,32</td><td>3,0</td></tr> <tr><td>0,34</td><td>3,1</td></tr> <tr><td>0,36</td><td>3,2</td></tr> <tr><td>0,38</td><td>3,3</td></tr> <tr><td>0,40</td><td>3,4</td></tr> <tr><td>0,42</td><td>3,5</td></tr> <tr><td>0,44</td><td>3,6</td></tr> <tr><td>0,46</td><td>3,7</td></tr> <tr><td>0,48</td><td>3,8</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>3,9</td></tr> <tr><td>0,52</td><td>4,0</td></tr> <tr><td>0,54</td><td>4,1</td></tr> <tr><td>0,56</td><td>4,2</td></tr> <tr><td>0,58</td><td>4,3</td></tr> <tr><td>0,60</td><td>4,4</td></tr> </tbody> </table>	Tempo (s)	Posição (m)	0,0	1,4	0,02	1,5	0,04	1,6	0,06	1,7	0,08	1,8	0,10	1,9	0,12	2,0	0,14	2,1	0,16	2,2	0,18	2,3	0,20	2,4	0,22	2,5	0,24	2,6	0,26	2,7	0,28	2,8	0,30	2,9	0,32	3,0	0,34	3,1	0,36	3,2	0,38	3,3	0,40	3,4	0,42	3,5	0,44	3,6	0,46	3,7	0,48	3,8	0,50	3,9	0,52	4,0	0,54	4,1	0,56	4,2	0,58	4,3	0,60	4,4
Tempo (s)	Posição (m)																																																																
0,0	1,4																																																																
0,02	1,5																																																																
0,04	1,6																																																																
0,06	1,7																																																																
0,08	1,8																																																																
0,10	1,9																																																																
0,12	2,0																																																																
0,14	2,1																																																																
0,16	2,2																																																																
0,18	2,3																																																																
0,20	2,4																																																																
0,22	2,5																																																																
0,24	2,6																																																																
0,26	2,7																																																																
0,28	2,8																																																																
0,30	2,9																																																																
0,32	3,0																																																																
0,34	3,1																																																																
0,36	3,2																																																																
0,38	3,3																																																																
0,40	3,4																																																																
0,42	3,5																																																																
0,44	3,6																																																																
0,46	3,7																																																																
0,48	3,8																																																																
0,50	3,9																																																																
0,52	4,0																																																																
0,54	4,1																																																																
0,56	4,2																																																																
0,58	4,3																																																																
0,60	4,4																																																																
FUNÇÃO	$S = 1,4 + 5,3t$																																																																
COMENTÁRIOS	<p>A situação utilizada pelo grupo foi o movimento de um carro. A referência adotada foi o logo do veículo. Importante destacar que, para este grupo, a videoanálise proporcionou uma interação com pessoas de fora da atividade experimental, que se mobilizaram para auxiliar os estudantes.</p>																																																																

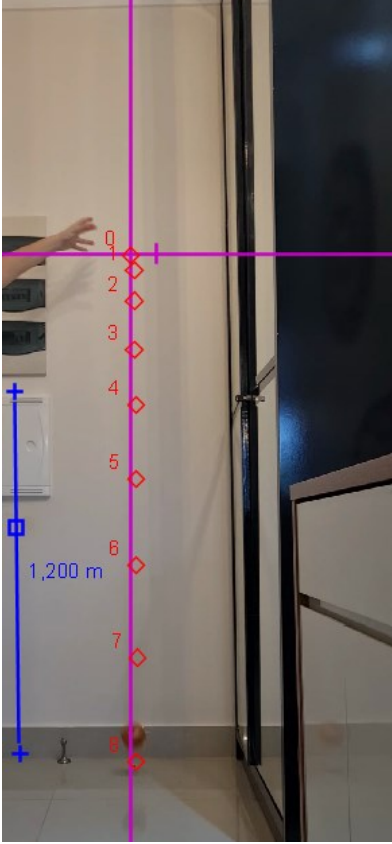
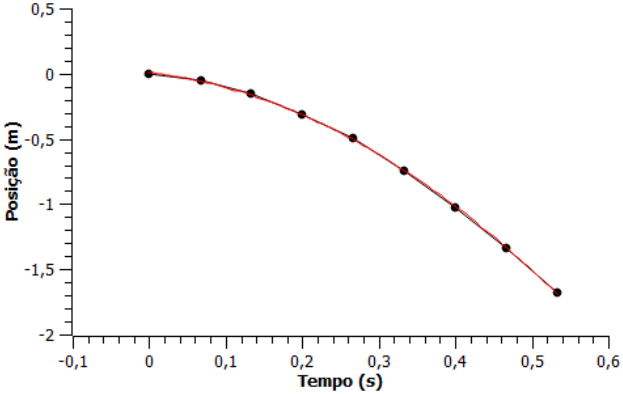
GRUPO	8*																								
TEMA	MOVIMENTO VARIADO																								
VIDEOANÁLISE																									
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p>  <table border="1" data-bbox="820 846 1426 1240"> <caption>Data points from the Position vs Time graph</caption> <thead> <tr> <th>Tempo (s)</th> <th>Posição (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,0</td><td>1,9</td></tr> <tr><td>0,1</td><td>2,3</td></tr> <tr><td>0,2</td><td>2,7</td></tr> <tr><td>0,3</td><td>3,1</td></tr> <tr><td>0,4</td><td>3,5</td></tr> <tr><td>0,5</td><td>3,9</td></tr> <tr><td>0,6</td><td>4,3</td></tr> <tr><td>0,7</td><td>4,7</td></tr> <tr><td>0,8</td><td>5,1</td></tr> <tr><td>0,9</td><td>5,5</td></tr> <tr><td>1,0</td><td>5,9</td></tr> </tbody> </table>	Tempo (s)	Posição (m)	0,0	1,9	0,1	2,3	0,2	2,7	0,3	3,1	0,4	3,5	0,5	3,9	0,6	4,3	0,7	4,7	0,8	5,1	0,9	5,5	1,0	5,9
Tempo (s)	Posição (m)																								
0,0	1,9																								
0,1	2,3																								
0,2	2,7																								
0,3	3,1																								
0,4	3,5																								
0,5	3,9																								
0,6	4,3																								
0,7	4,7																								
0,8	5,1																								
0,9	5,5																								
1,0	5,9																								
FUNÇÃO	$S = 1,9 + 4,4t - 0,2t^2$																								
COMENTÁRIOS	<p>Novamente o automóvel foi utilizado para análise. E devido a pequena aceleração os gráficos ficaram muito semelhantes, fato que enriquece a discussão em sala de aula por fugir dos padrões utilizados nas aulas tradicionais.</p>																								

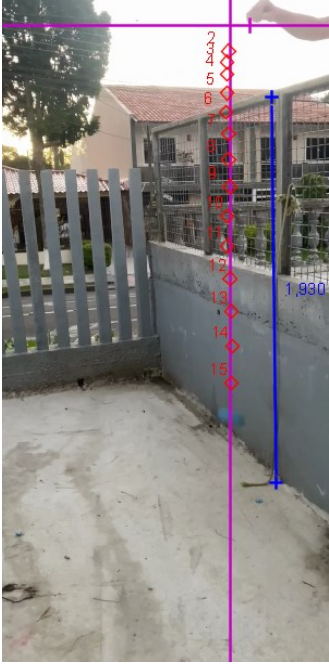
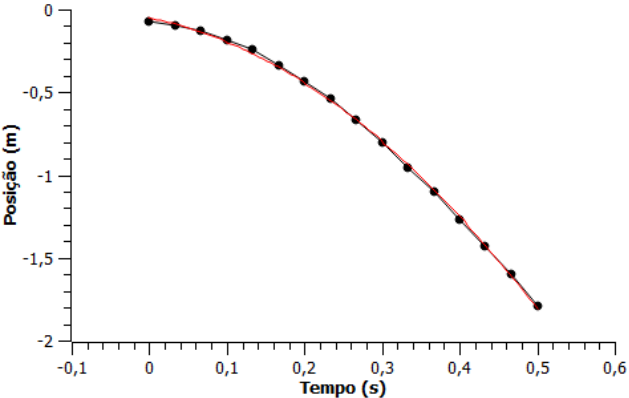
GRUPO	9																		
TEMA	QUEDA LIVRE																		
VIDEOANÁLISE																			
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">QUEDA LIVRE</p>  <table border="1"> <caption>Data points from the free fall graph</caption> <thead> <tr> <th>Tempo (s)</th> <th>Posição (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,05</td><td>-0,02</td></tr> <tr><td>0,10</td><td>-0,08</td></tr> <tr><td>0,15</td><td>-0,18</td></tr> <tr><td>0,20</td><td>-0,32</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>-0,50</td></tr> <tr><td>0,30</td><td>-0,72</td></tr> <tr><td>0,35</td><td>-0,98</td></tr> </tbody> </table>	Tempo (s)	Posição (m)	0,00	0,00	0,05	-0,02	0,10	-0,08	0,15	-0,18	0,20	-0,32	0,25	-0,50	0,30	-0,72	0,35	-0,98
Tempo (s)	Posição (m)																		
0,00	0,00																		
0,05	-0,02																		
0,10	-0,08																		
0,15	-0,18																		
0,20	-0,32																		
0,25	-0,50																		
0,30	-0,72																		
0,35	-0,98																		
FUNÇÃO	$S = 0 - 0,5t - 4,9t^2$																		
COMENTÁRIOS	A primeira marcação realizada foi após a liberação do corpo. Entretanto, o resultado da aceleração gravitacional foi obtido.																		

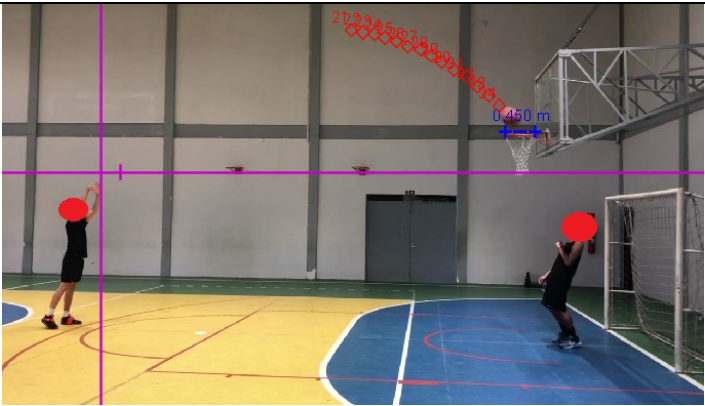
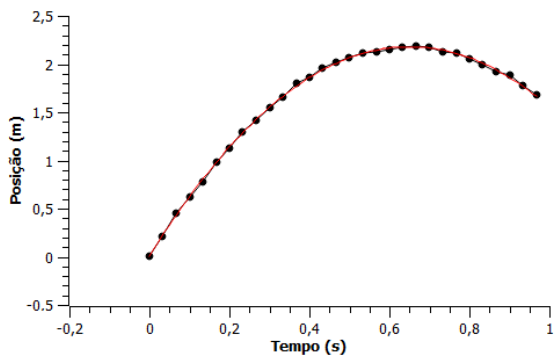
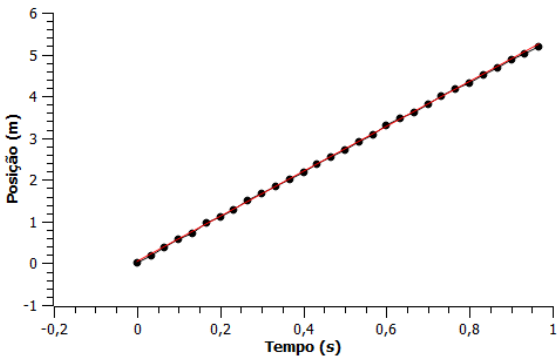
GRUPO	10																																																																
TEMA	MOVIMENTO PARABÓLICO																																																																
VIDEOANÁLISE																																																																	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">PARABÓLICO</p>  <table border="1"> <caption>Data points from the parabolic graph</caption> <thead> <tr> <th>Tempo (s)</th> <th>Posição (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>0,02</td><td>-0,1</td></tr> <tr><td>0,04</td><td>-0,2</td></tr> <tr><td>0,06</td><td>-0,3</td></tr> <tr><td>0,08</td><td>-0,4</td></tr> <tr><td>0,10</td><td>-0,5</td></tr> <tr><td>0,12</td><td>-0,6</td></tr> <tr><td>0,14</td><td>-0,7</td></tr> <tr><td>0,16</td><td>-0,75</td></tr> <tr><td>0,18</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,20</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,22</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,24</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,26</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,28</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,30</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,32</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,34</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,36</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,38</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,40</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,42</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,44</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,46</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,48</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,52</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,54</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,56</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,58</td><td>-0,8</td></tr> <tr><td>0,60</td><td>-0,8</td></tr> </tbody> </table>	Tempo (s)	Posição (m)	0,0	0,0	0,02	-0,1	0,04	-0,2	0,06	-0,3	0,08	-0,4	0,10	-0,5	0,12	-0,6	0,14	-0,7	0,16	-0,75	0,18	-0,8	0,20	-0,8	0,22	-0,8	0,24	-0,8	0,26	-0,8	0,28	-0,8	0,30	-0,8	0,32	-0,8	0,34	-0,8	0,36	-0,8	0,38	-0,8	0,40	-0,8	0,42	-0,8	0,44	-0,8	0,46	-0,8	0,48	-0,8	0,50	-0,8	0,52	-0,8	0,54	-0,8	0,56	-0,8	0,58	-0,8	0,60	-0,8
Tempo (s)	Posição (m)																																																																
0,0	0,0																																																																
0,02	-0,1																																																																
0,04	-0,2																																																																
0,06	-0,3																																																																
0,08	-0,4																																																																
0,10	-0,5																																																																
0,12	-0,6																																																																
0,14	-0,7																																																																
0,16	-0,75																																																																
0,18	-0,8																																																																
0,20	-0,8																																																																
0,22	-0,8																																																																
0,24	-0,8																																																																
0,26	-0,8																																																																
0,28	-0,8																																																																
0,30	-0,8																																																																
0,32	-0,8																																																																
0,34	-0,8																																																																
0,36	-0,8																																																																
0,38	-0,8																																																																
0,40	-0,8																																																																
0,42	-0,8																																																																
0,44	-0,8																																																																
0,46	-0,8																																																																
0,48	-0,8																																																																
0,50	-0,8																																																																
0,52	-0,8																																																																
0,54	-0,8																																																																
0,56	-0,8																																																																
0,58	-0,8																																																																
0,60	-0,8																																																																
FUNÇÃO	$S = 3,8t + 4,7t^2$																																																																
COMENTÁRIOS	<p>Mais uma vez, o esporte foi escolhido para fazer parte do processo de videoanálise. O resultado da aceleração gravitacional esteve dentro do erro estipulado e, analisando o gráfico, é possível discutir com os estudantes o motivo de alguns pontos não estarem sobre a curva.</p>																																																																

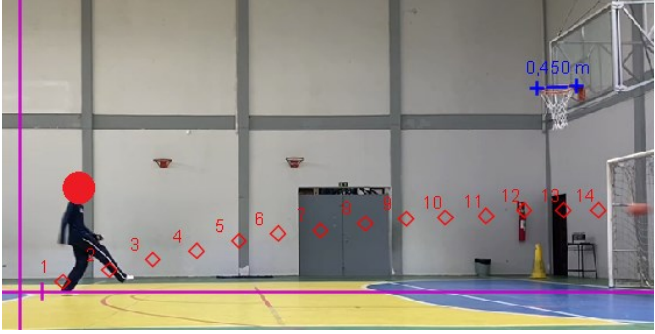
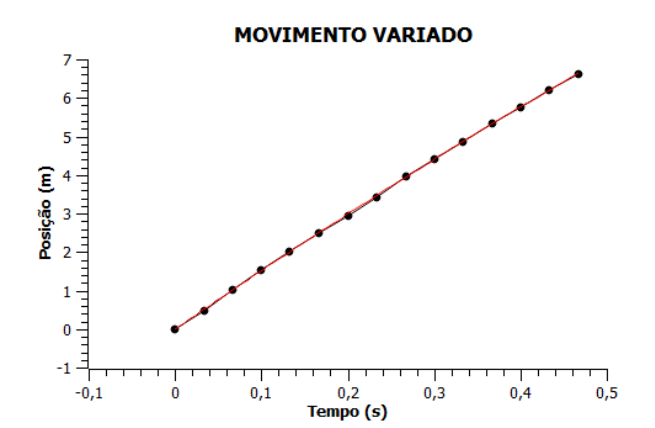
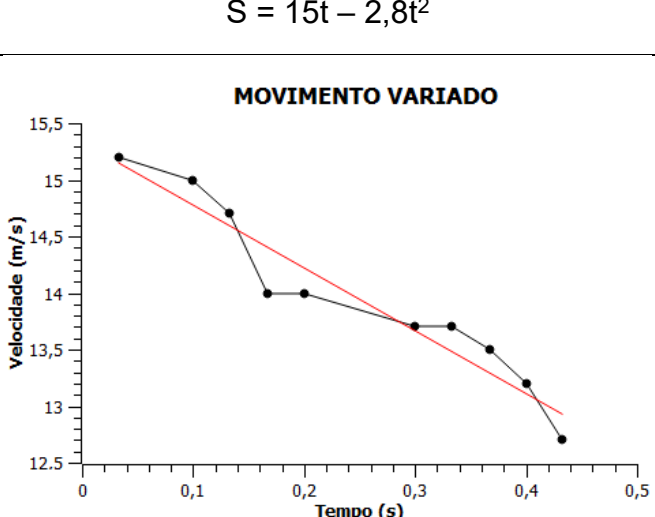
GRUPO	11
TEMA	MOVIMENTO UNIFORME
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO UNIFORME</p> 
FUNÇÃO	$S = 0,2 + 2,6t$
COMENTÁRIOS	<p>O carro pode desenvolver uma velocidade constante ao longo do trajeto. Novamente, o tamanho do objeto pode ser um fator complicador na análise. Nesse caso é importante ressaltar a mudança de referencial que pode ser feita no <i>Tracker</i>, com o movimento para esquerda sendo considerado positivo.</p>

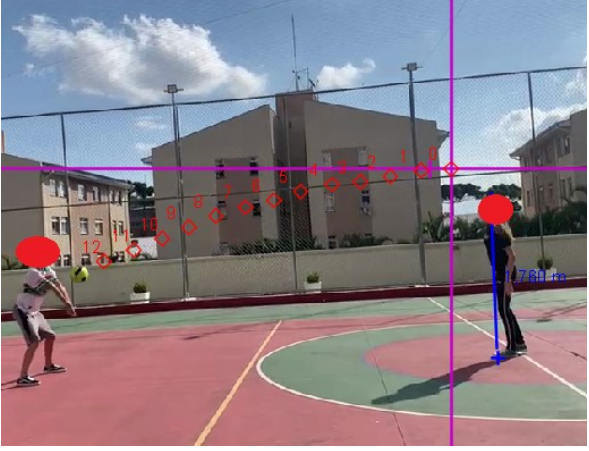
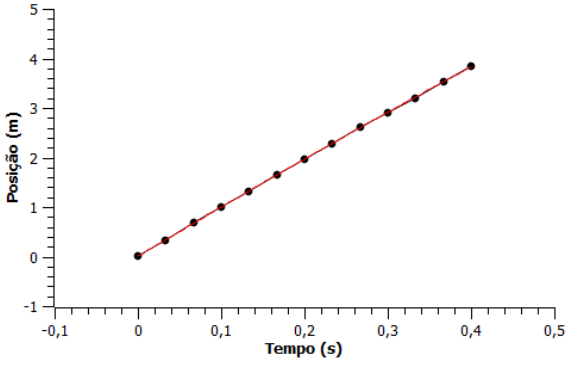
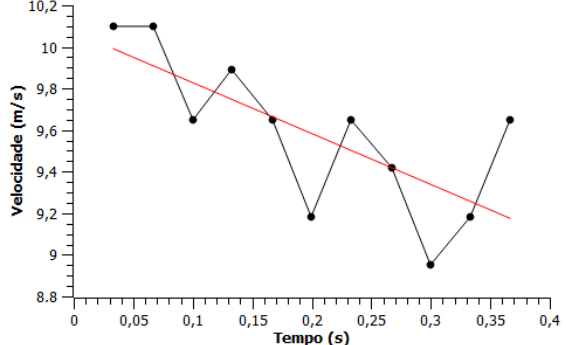
GRUPO	12
TEMA	MOVIMENTO UNIFORME
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO UNIFORME</p> 
FUNÇÃO	$S = 0 + 1,4t$
COMENTÁRIOS	<p>Este grupo encontrou uma dificuldade inicial que foi a marcação de pontos. O professor sugeriu que fosse realizada sobre a cabeça da estudante, assim, o eixo “x” poderia ser utilizado como suporte para a marcação.</p>

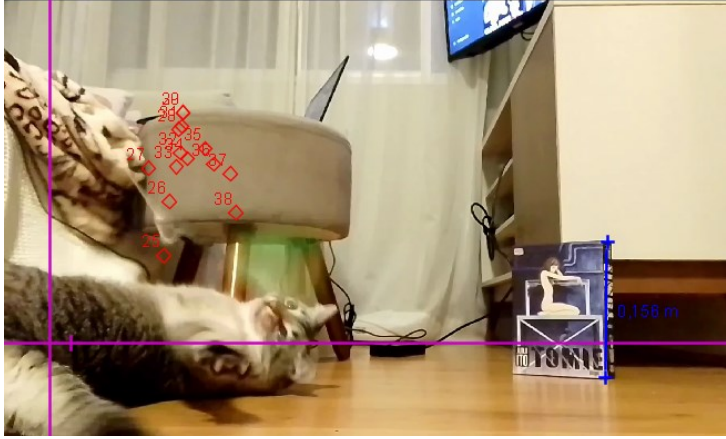
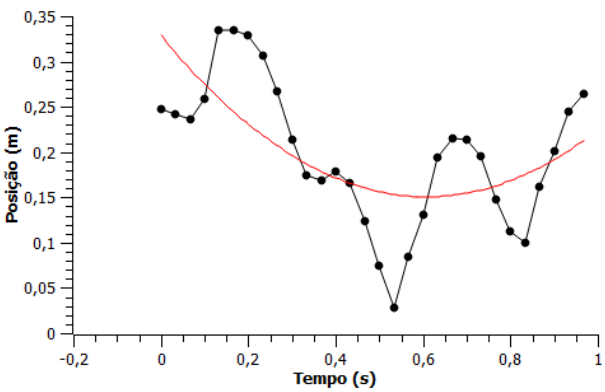
GRUPO	13																								
TEMA	QUEDA LIVRE																								
VIDEOANÁLISE																									
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">QUEDA LIVRE</p>  <table border="1"> <caption>Data points from the free fall graph</caption> <thead> <tr> <th>Tempo (s)</th> <th>Posição (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,0</td><td>0,0</td></tr> <tr><td>0,05</td><td>-0,05</td></tr> <tr><td>0,10</td><td>-0,15</td></tr> <tr><td>0,15</td><td>-0,30</td></tr> <tr><td>0,20</td><td>-0,45</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>-0,65</td></tr> <tr><td>0,30</td><td>-0,90</td></tr> <tr><td>0,35</td><td>-1,20</td></tr> <tr><td>0,40</td><td>-1,55</td></tr> <tr><td>0,45</td><td>-1,95</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>-2,40</td></tr> </tbody> </table>	Tempo (s)	Posição (m)	0,0	0,0	0,05	-0,05	0,10	-0,15	0,15	-0,30	0,20	-0,45	0,25	-0,65	0,30	-0,90	0,35	-1,20	0,40	-1,55	0,45	-1,95	0,50	-2,40
Tempo (s)	Posição (m)																								
0,0	0,0																								
0,05	-0,05																								
0,10	-0,15																								
0,15	-0,30																								
0,20	-0,45																								
0,25	-0,65																								
0,30	-0,90																								
0,35	-1,20																								
0,40	-1,55																								
0,45	-1,95																								
0,50	-2,40																								
FUNÇÃO	$S = -0,7t - 4,7t^2$																								
COMENTÁRIOS	<p>Os estudantes gravaram uma queda livre de uma esfera de borracha e obtiveram gráfico e equação condizentes com o experimento. Os valores ficaram muito próximos dos ideais.</p>																								


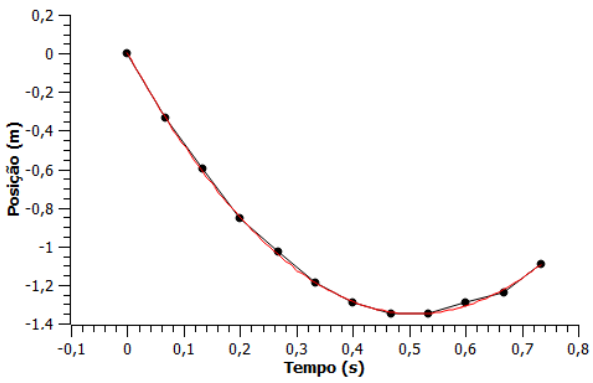
GRUPO	14
TEMA	QUEDA LIVRE
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">QUEDA LIVRE</p> 
FUNÇÃO	$S = -t - 5,1t^2$
COMENTÁRIOS	<p>Neste vídeo ocorre a rotação do objeto, dificultando a marcação de pontos. Além disso, o objeto era uma circunferência de borracha o que fazia com que em alguns pontos do vídeo, as marcações fossem colocadas no centro de massa, mas fora do corpo. Mesmo assim, os valores encontrados ficaram dentro dos limites de erro.</p>

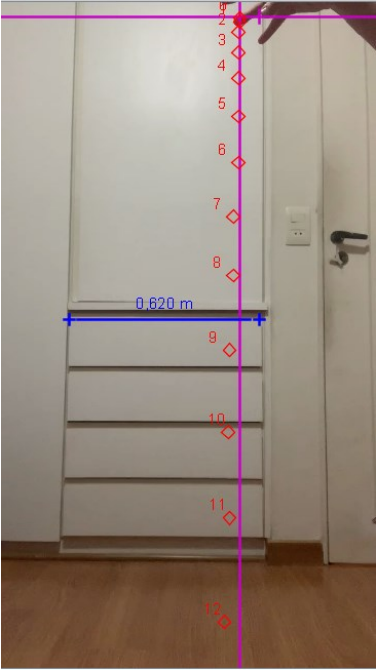
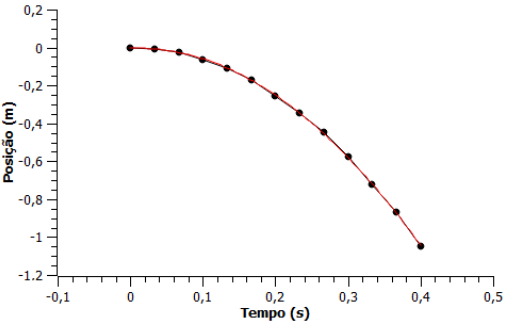
GRUPO	15
TEMA	MOVIMENTO PARABÓLICO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO 1	<p style="text-align: center;">PARABÓLICO</p> 
FUNÇÃO 1	$S = 6,7t - 5,1t^2$
GRÁFICO 2	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO UNIFORME EM X</p> 
FUNÇÃO 2	$S = 0,04 + 5,4t$
COMENTÁRIOS	Os estudantes realizaram um lançamento parabólico baseado no basquetebol. Aqui, foi possível analisar o movimento nas duas dimensões: X e Y. Com isso, os valores obtidos foram adequados para a atividade experimental.


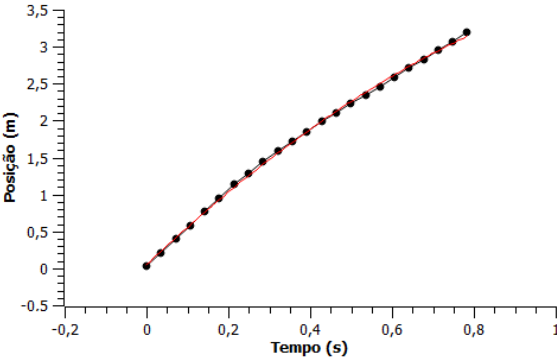
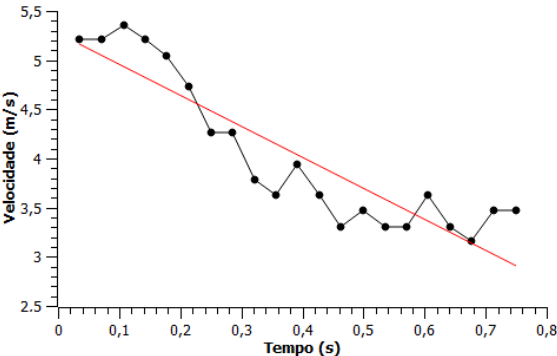
GRUPO	16
TEMA	MOVIMENTO VARIADO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO 1	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 1	$S = 15t - 2,8t^2$
GRÁFICO 2	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 2	$v = 15 - 5,6t$
COMENTÁRIOS	A contextualização foi o futebol. Após sair do pé do estudante a bola desacelera e foram construídos dois gráficos: $s \times t$; $v \times t$.

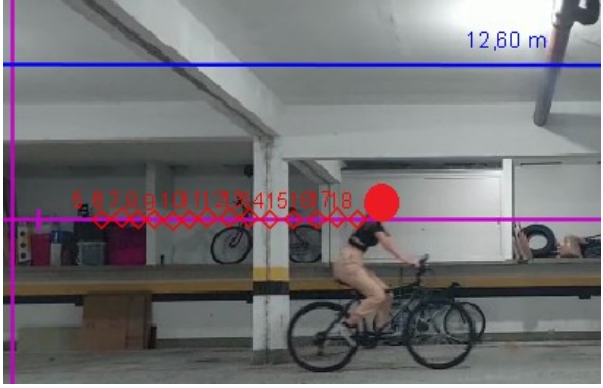
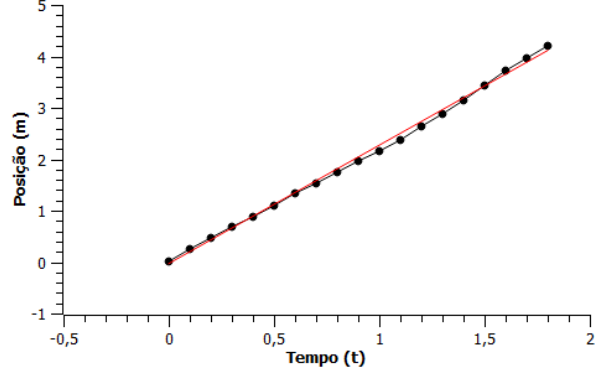
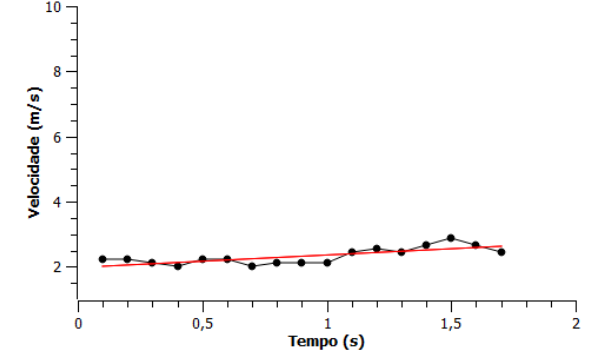
GRUPO	17
TEMA	MOVIMENTO VARIADO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO 1	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 1	$S = 10t - 1,2t^2$
GRÁFICO 2	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 2	$v = 10 - 2,4t$
COMENTÁRIOS	<p>Pode-se utilizar esta atividade experimental para relacionar as funções horárias da posição e velocidade, discutindo a construção dos gráficos.</p>


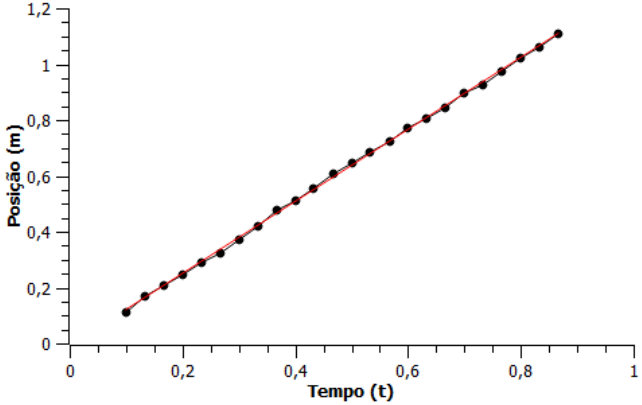
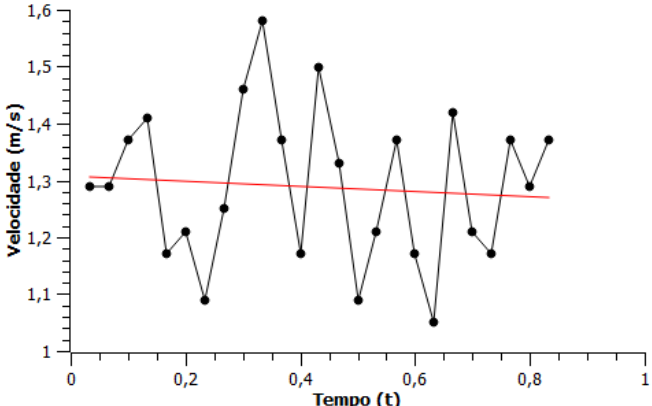
GRUPO	18
TEMA	MOVIMENTO VARIADO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO	$S = 0,3 - 0,6t + 0,5t^2$
COMENTÁRIOS	<p>Neste trabalho ocorreu uma situação interessante. Ao contrário dos outros, esta estudante optou por fazer um movimento aleatório com um brinquedo de seu animal de estimação. Percebi que o nível de desafio de uma situação dessas, para um professor preso às necessidades de cumprir conteúdo, é elevado. Entretanto, a estudante realizou um movimento variado que não poderia ser trabalhado em sala de aula sem o auxílio da videoanálise. Neste sentido, destaca-se a versatilidade com que o processo pode ser implementado.</p>

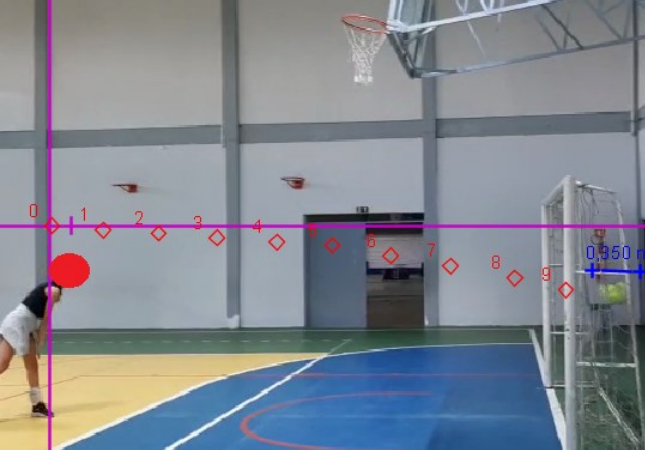
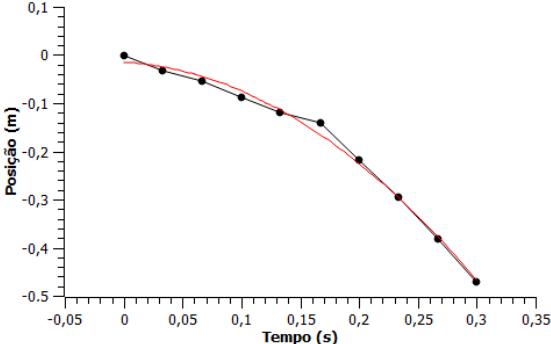
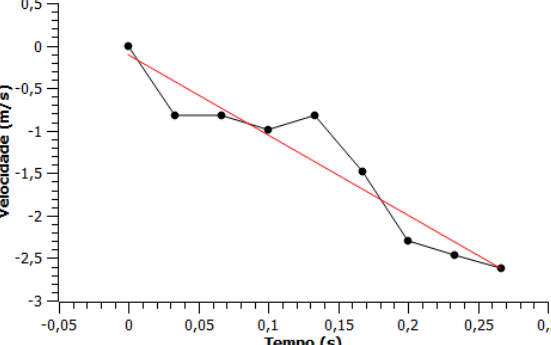
GRUPO	19																				
TEMA	MOVIMENTO PARABÓLICO																				
VIDEOANÁLISE																					
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">PARABÓLICO</p>  <table border="1"> <caption>Data points from the graph</caption> <thead> <tr> <th>Tempo (s)</th> <th>Posição (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.0</td><td>0.0</td></tr> <tr><td>0.1</td><td>-0.3</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>-0.6</td></tr> <tr><td>0.3</td><td>-0.9</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>-1.1</td></tr> <tr><td>0.5</td><td>-1.2</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>-1.1</td></tr> <tr><td>0.7</td><td>-0.9</td></tr> <tr><td>0.8</td><td>-0.6</td></tr> </tbody> </table>	Tempo (s)	Posição (m)	0.0	0.0	0.1	-0.3	0.2	-0.6	0.3	-0.9	0.4	-1.1	0.5	-1.2	0.6	-1.1	0.7	-0.9	0.8	-0.6
Tempo (s)	Posição (m)																				
0.0	0.0																				
0.1	-0.3																				
0.2	-0.6																				
0.3	-0.9																				
0.4	-1.1																				
0.5	-1.2																				
0.6	-1.1																				
0.7	-0.9																				
0.8	-0.6																				
FUNÇÃO	$S = 5,3t + 5,2t^2$																				
COMENTÁRIOS	<p>Existe uma pequena dificuldade relacionada ao contraste de cor nesse vídeo. Mesmo assim, o gráfico e a função podem ser utilizados com êxito.</p>																				


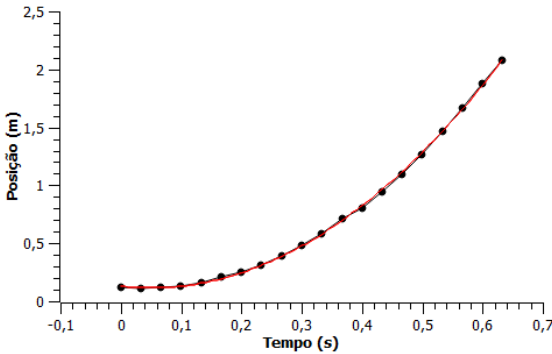
GRUPO	20
TEMA	QUEDA LIVRE
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">QUEDA LIVRE</p> 
FUNÇÃO	$S = 0,4t - 6,8t^2$
COMENTÁRIOS	<p>Nesta atividade o erro foi grande e estão relacionados a duas situações: Referência de tamanho deve estar errada e o objeto é um corpo extenso, sendo assim, a imagem se deforma ao longo do vídeo.</p>

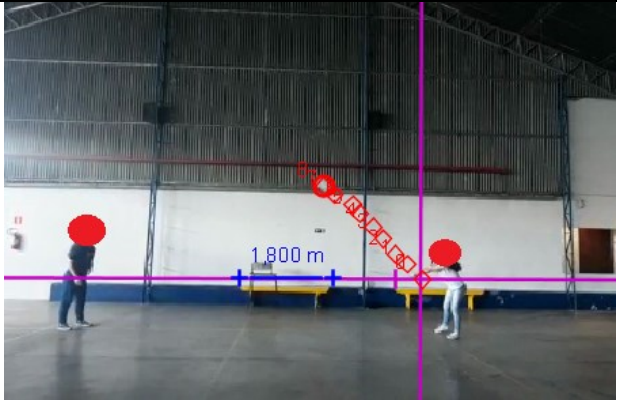
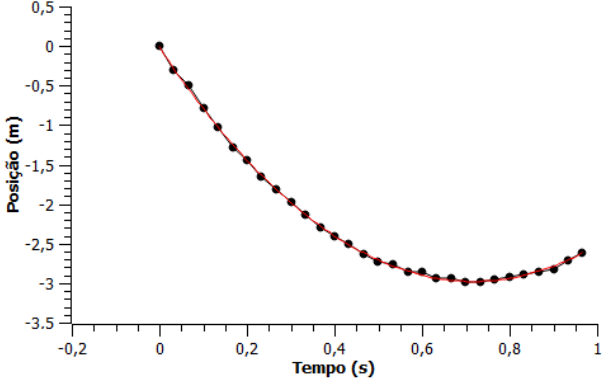
GRUPO	21
TEMA	MOVIMENTO VARIADO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO 1	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 1	$S = 0 + 5,2t - 1,7t^2$
GRÁFICO 2	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 2	$v = 5,2 - 3,1t$
COMENTÁRIOS	<p>Novamente, dois gráficos podem ser trabalhados. O gráfico de posição, pelo número de pontos marcados, já apresenta mostras de que a continuação do movimento é descrita por uma parábola.</p>

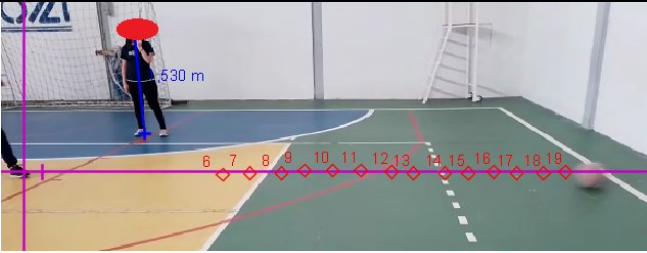
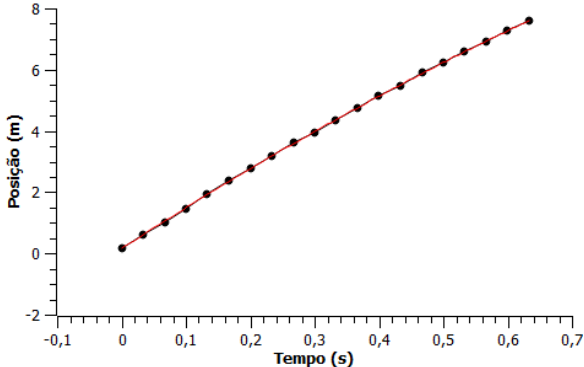
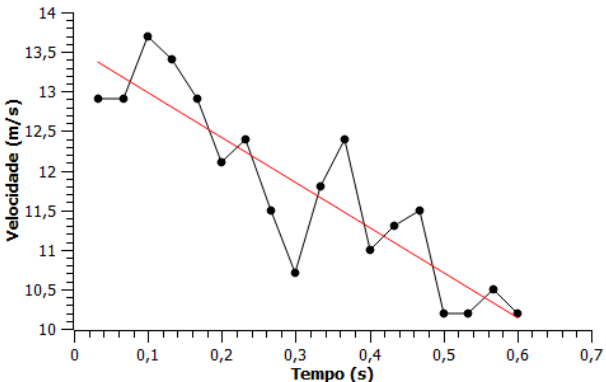
GRUPO	22*
TEMA	MOVIMENTO UNIFORME/VARIADO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO 1	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO UNIFORME</p> 
FUNÇÃO	$S = 0 + 2,2t$
GRÁFICO 2	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO UNIFORME</p> 
COMENTÁRIOS	<p>Este grupo tinha como objetivo gravar um movimento variado. Entretanto, ao realizarem o movimento e após a utilização do <i>Tracker</i>, foi notado que o movimento realizado foi uniforme.</p>

GRUPO	23
TEMA	MOVIMENTO UNIFORME
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO 1	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO UNIFORME</p> 
FUNÇÃO	$S = 0,1 + 1,3t$
GRÁFICO 2	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO UNIFORME</p> 
COMENTÁRIOS	<p>O segundo gráfico é muito importante para discutir as diferenças entre as velocidades média e instantânea.</p>

GRUPO	24
TEMA	MOVIMENTO VARIADO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO 1	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 1	$S = -0,15t - 4,5t^2$
GRÁFICO 2	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 2	$v = -0,11 - 9,4t$
COMENTÁRIOS	<p>Aqui, pode-se discutir a propagação de erros o que acaba alterando os valores de uma equação para outra.</p>

GRUPO	25
TEMA	QUEDA LIVRE
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">QUEDA LIVRE</p> 
FUNÇÃO	$S = 0 + 0,6t + 5,8t^2$
COMENTÁRIOS	<p>Trabalho realizado de forma comum. Mais uma vez, o problema na marcação de pontos, devido às dimensões da bola, colaboram com um erro maior no momento da videoanálise.</p>

GRUPO	26
TEMA	MOVIMENTO PARABÓLICO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO	<p style="text-align: center;">PARABÓLICO</p> 
FUNÇÃO	$S = 0 - 8,2t + 5,7t^2$
COMENTÁRIOS	<p>Esta atividade era para ser em torno do movimento parabólico. Entretanto, como a situação analisada foi uma resposta a um corte (jogada tradicional do voleibol) houve um impulso inicial que acabou interferindo nos valores obtidos.</p>

GRUPO	27
TEMA	MOVIMENTO VARIADO
VIDEOANÁLISE	
GRÁFICO 1	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 1	$S = 0,15 + 14t - 3t^2$
GRÁFICO 2	<p style="text-align: center;">MOVIMENTO VARIADO</p> 
FUNÇÃO 2	$v = 14 - 5,7t$
COMENTÁRIOS	<p>Novamente, como já citado anteriormente, existem diversas situações para se trabalhar: comparar as funções, analisar o que acontece com a velocidade ao longo do movimento etc.</p>

Fonte: Autor (2023)

Com o objetivo de relacionar as experiências da aplicação com a Matriz Dialógica-Problematizadora, foi necessário construir discursos baseados nas respostas dos estudantes (em sala de aula e no questionário aplicado) em conjunto com as observações.

Importante destacar que o questionário foi respondido pelos estudantes, mas só foram utilizados materiais que contassem com a autorização escrita dos responsáveis. Por isso, foram feitas análises de 35 questionários respondidos. Sendo a IA uma metodologia colaborativa, o diário de campo também contribuiu para as conclusões da pesquisa.

As respostas dos estudantes serão destacadas com recuo, em itálico e, quando necessário, serão minimamente corrigidas para facilitar a compreensão do leitor dessa tese.

A1 – A atuação do professor é impactada pela utilização do processo de videoanálise?

Utilizar o processo de videoanálise colabora de forma significativa no ensino de física. É comum nas escolas que, se o professor necessitar de algum lugar para desenvolver determinada atividade experimental, os espaços sejam reservados com antecedência. Com o auxílio da videoanálise a necessidade de reserva e, conseqüentemente, conflitos com agendas, aconteçam com uma frequência menor. Isso ocorre pela flexibilidade na gravação do vídeo, podendo ser adaptada de acordo com a possibilidade dos estudantes e da escola.

Um ponto de destaque é que a atividade fica, efetivamente, dependente do estudante, visto que eles podem escolher situações que sejam mais próximas de suas realidades. Como as situações são gravadas, o professor pode se apropriar de algumas delas para elucidar determinados conceitos teóricos, por exemplo: fica mais evidente, em vídeo, o motivo de considerarmos a velocidade nula no ponto mais alto de um lançamento vertical. A possibilidade de parar o vídeo e analisar a imagem é um fator que colabora nas explicações na medida em que, em uma realidade conteudista, os vídeos são manipulados de acordo com a necessidade do professor, dando maior agilidade nas explicações de certos assuntos.

Outro aspecto importante é que, com apenas uma atividade é possível englobar outras necessidades exigidas pelas escolas nos modelos educacionais atuais, além daquelas diretamente relacionadas com o ensino de física como, por exemplo: uso da tecnologia em sala de aula, atividade que proporciona o desenvolvimento particular do estudante (visto que ele pode escolher, adaptar e realizar a própria atividade); relacionar a física com outras disciplinas (no caso dos experimentos selecionados pelos estudantes, nota-se a possibilidade de trabalhos conjuntos com a Educação Física e a Matemática); realização de atividades

experimentais sem a necessidade de um lugar específico, entre outras coisas. Isso se torna relevante para o professor do ensino básico na medida em que permite o requerido aperfeiçoamento dos processos avaliativos, bem como supre a exigência de práticas inovadoras que permitam aos estudantes desenvolverem outras habilidades relevantes.

Evidentemente a inclusão do processo de videoanálise deve ser realizada com cuidado e desenvolvida preliminarmente para que não ocorram sobressaltos. Dominar o *software* que se utilizará e apresentar a ideia de como proceder, para os estudantes, é questão determinante no sucesso de sua utilização.

Do ponto de vista burocrático, o processo de videoanálise pode se adequar a diversas realidades e proporciona ao professor a versatilidade necessária para os contextos atuais, surgindo, portanto, como um “coringa” que apresenta aderência para diversas exigências das escolas (adequação de ementas, inclusão de projetos, processo avaliativo, utilização de ambientes).

Observa-se ainda, com auxílio do questionário, que uma parte dos estudantes entende que o auxílio do professor, ao longo da prática, é de fundamental importância, não podendo ser substituído por outras fontes de informação/orientação indiretas, como livros, tutoriais, softwares, etc.

Estudante 4 – Deve se ter um equilíbrio, com o professor passando um tema central/geral e os alunos escolhendo o que fazer especificamente, dentro do tema.

Estudante 12 – Eu penso que a mistura dos dois (práticas direcionadas e liberdade) é o ideal. Dando certa liberdade, porém com orientações do que poderia ser feito ou não.

Estudante 18 – (sobre se prefere direcionamentos do professor ou liberdade) As com o professor. A liberdade é muito boa, mas não supera um professor ao lado explicando tudo.

Estudante 24 – [...] se fizermos, apenas, pela tecnologia o rendimento, provavelmente, vai cair.

Estudante 30 – [...] sem o conceito do professor seria impossível fazer.

Entretanto nota-se que o professor deixa de ser o foco do processo de ensino-aprendizagem, abrindo espaço para a colaboração. O processo de videoanálise deve servir a todos os envolvidos, professores e estudantes, para que desenvolvam

capacidade de compreender o que modificar para adquirirem condições de progresso. Em algumas situações, o benefício que será mais sentido pelo professor será alívio de sua carga de trabalho ao compartilhar a responsabilidade pelo processo de ensino-aprendizagem com o próprio estudante, o que também é percebido de forma positiva por estes.

Estudante 16 – (os processos diversificados) fazem com que eu consiga prestar mais atenção do que alguém só falando e falando.

A resposta acima evidencia que podemos utilizar das práticas diversificadas para atrair a atenção do estudante e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da própria explicação/demonstração de conceitos.

A2 – Quais aspectos de formação são explorados e potencializados entre o professor e seus estudantes, quando o processo de videoanálise é utilizado?

Como as práticas foram particulares e não existiam respostas assertivas, preliminarmente, foi comum que os estudantes perguntassem sobre aspectos da física. É comum, em uma sala de ensino médio, que os alunos se mostrem envergonhados ao perguntarem sobre determinadas situações. Entretanto, por causa do modelo de atividade proposta (sem respostas pré-determinadas) a interação entre o professor e os estudantes ocorreu de forma mais natural, sobrepassando tal dificuldade.

Outro fator relevante foi a promoção da independência acadêmica dos estudantes. Vários precisaram perguntar, consultar o livro, discutir com os colegas, aprender a trabalhar com o *Tracker*. Todas essas exigências fizeram com que os estudantes encontrassem dificuldades e tivessem que trabalhar resiliência, ansiedade, dentre outros.

O uso da tecnologia também é potencializado e seus benefícios são percebidos pelos estudantes.

Estudante 2 – As aulas com experimentação e tecnologias abrem mais portas para a criatividade.

Estudante 5 – Nas aulas tradicionais o professor só fica ensinando no quadro, já nas atividades ficamos em grupos.

Estudante 8 – O tempo e o desgaste em fazer operações não exatas foram evitados e porque, no futuro, se alguém seguir em um curso de física já teve o primeiro contato.

Estudante 11 – Nos ajuda e facilita a aprendizagem e nos faz entender com mais facilidade e rapidez o conteúdo.

Estudante 18 – [...] por não ser a mesma coisa de sempre, nos sentimos motivados e estimulados a trabalhar em grupo (...) estimulou a criatividade, o trabalho em grupo e novas tecnologias.

Estudante 20 – [...] influencia positivamente na habilidade de compreensão e na criatividade dos alunos.

Estudante 24 – [...] com o Tracker conseguimos colocar a mão na massa, marcando os pontos que o objeto passa e assim fazendo um gráfico parabólico.

Estudante 28 – [...] isso vem da parte do aluno, se ele não tem controle e disciplina suficiente, ele precisa desenvolver o mais rápido possível.

Estudante 30 – [...] motivação para fazer o trabalho (...) trabalho em grupo e aprendizado sobre tecnologia.

Diversos aspectos positivos foram citados, dentre os quais os mais importantes foram: criatividade, motivação, disciplina, trabalho em grupo, facilitar a aprendizagem, planejamentos futuros. Essas características são fundamentais para uma carreira científica, sendo importante salientar que esses termos não foram sugeridos pelo questionário, eram respostas pessoais dos próprios estudantes que perceberam de forma independente o potencial da atividade para o aprimoramento de fatores importantes em suas formações.

Entretanto é saudável explorar o contraditório e, embora o processo de videoanálise proporcione certa liberdade para os estudantes trabalharem, é importante que o professor se faça presente durante a atividade para colaborar com possíveis dificuldades. Além disso, é importante lembrar que diversos estudantes não têm aptidão (e nem interesse) com as ciências naturais. Isso significa que alguns estudantes irão precisar de orientações mais específicas para aproveitarem o processo de videoanálise. Um exemplo é que, ao perguntar, no questionário, qual a prática mais proveitosa (entre a direcionada pelo professor ou as que proporcionavam mais liberdade), um estudante respondeu o seguinte:

Estudante 3 – As direcionadas. Por ser tudo muito novo, foi difícil a parte que tínhamos maior liberdade.

A pesquisa utilizando Investigação-Ação mostrou uma sinergia muito interessante com o processo de videoanálise, visto que a reflexão é uma propriedade fundamental no decorrer da atividade.

A3 – Quais são as potencialidades do processo de videoanálise, na atuação docente?

Uma das preocupações ao desenvolver o livro e escrever esta tese foi contribuir com material e apresentar ideias que possam ser realizadas em diversos contextos e com diferentes objetivos. Assim, o processo de videoanálise não tem como foco substituir o trabalho do professor, mas apresentar recursos que amparem a sua prática.

Sendo o professor um agente fundamental para o ensino, é importante que este forneça condições para o estudante aproveitar ao máximo o potencial do processo de videoanálise. Em paralelo, o processo deve oferecer ao professor uma forma de qualificar o próprio trabalho, impactando diretamente no aprendizado de seus estudantes.

Sendo assim, se o professor optar por utilizar a videoanálise, deve lembrar que o processo de videoanálise não é uma ferramenta de sala de aula, mas uma ação que contempla diversos aspectos de formação. De forma mais clara: o processo de videoanálise não deve ser passado como uma tarefa, mas acompanhado de forma que professores e estudantes ajam em conjunto para solucionar alguma questão.

A base oferecida pelo professor é crucial para a videoanálise, não é possível entregar um computador com o *Tracker* para um estudante e esperar que ele aprenda física de forma espontânea e completamente autônoma.

Estudante 2 – [...] pra quem já tem um certo entendimento do assunto, foi bem proveitoso.

Ainda assim, as práticas podem contribuir no sentido de proporcionar aos estudantes que outras informações surjam durante o processo de videoanálise, além daquelas usualmente apresentadas em sala de aula ou consideradas em uma prática tradicional. Assim, a formação se torna orgânica na medida em que as respostas encontradas pelos estudantes nas práticas realizadas podem ir além do diretamente proposto, dependendo do interesse e da motivação dos estudantes.

Estudante 14 – [...] a tecnologia ajuda a gente em várias coisas, por exemplo: se pesquisarmos algo e precisamos só de uma

coisinha vamos achar o que precisamos e vamos achar informações que podem ajudar a gente.

Estudante 17 – [...] você visualiza e entende melhor o conceito visto em sala.

Estudante 33 – [...] aulas com experimentos e tecnologia dão mais participação aos alunos e melhora a interação.

Pode-se concluir que o processo de videoanálise colabora com a prática docente, a partir do momento em que a tecnologia faz parte do cotidiano da sala de aula, as informações passam a ser analisadas e os conceitos assimilados de forma natural pelos estudantes. Outra coisa é que o visual passa a contribuir com as explicações de uma aula tradicional. E, por fim, a interação entre os estudantes e seu professor passa a ser vista como fundamental, o que permite uma potencialização no processo de ensino e de aprendizagem.

A4 – Qual o impacto da utilização do livro na prática do professor, no processo de videoanálise?

Existem diversas formas de utilizar o livro em uma aula. Minha opção foi apresentar a ideia geral em uma aula, realizar uma prática existente no próprio livro (foi ressaltado que existia um passo a passo no próprio livro e que, se as dificuldades persistissem, existia um GIF/vídeo no final do livro com mais detalhes) e disponibilizá-lo em um link. Assim, diversos percalços ligados à impossibilidade de acompanhamento constante por parte do professor – apenas 3 aulas por semana – eram contornados com o livro.

Mais uma vez, é importante perceber que o livro deve ser utilizado em conjunto com as aulas do professor.

Estudante 8 – [...] foi possível ver que o professor se dedicou tanto na aula quanto na montagem do livro (...) o aprendizado é muito completo com o Tracker, mas é necessário o livro de explicação do professor para ter uma experiência melhor.

Outro ponto a destacar é que a tecnologia é tão presente no cotidiano das pessoas que as escolas, e em alguns momentos os professores, tem uma obsessão por utilizar tecnologia para qualquer coisa. Em certas situações, para explicar como as coisas funcionam, elaboram aplicativos, *softwares* e vídeos para auxiliar estudantes. Entretanto é importante compreender que algumas pessoas ainda preferem instrumentos mais simples para seu aprendizado. Evidentemente que um e-

PUB dialoga com a tecnologia, podendo ser lido em computadores e celulares, mas a simples apresentação escrita pode construir uma ponte para que estudantes com mais dificuldade sejam introduzidos a práticas ligadas com tecnologia.

Estudante 25 – Tem gente que prefere a escrita, sem tecnologia.

Estudante 35 – [...] tem gente que prefere escrita e para o vídeo tem que existir mais disposição para usá-lo.

Ou seja, o livro contribui com o trabalho do professor de diversas formas: mostrando o passo a passo, apresentando imagens, relacionando os assuntos com outras situações, permitindo a reprodução de experimentos, orientando para práticas adaptadas, aproximando os estudantes de contextos tecnológicos e, por fim, permitindo que os estudantes busquem informações quando estão sem contato direto com o professor.

B1 – Os estudantes sentem-se motivados a participar de práticas diferentes, propostas pelo professor, como o processo de videoanálise?

Estudantes sempre apresentam maior abertura para situações diferentes das que ocorrem no seu cotidiano. Todos os professores já observaram que o comportamento e a motivação de seus estudantes mudam com uma simples mudança de ambiente, um passeio, ou uma simples aula de laboratório.

Com o processo de videoanálise não é diferente. Uma prática que pode acontecer em ambientes diversos, ser realizada em momentos oportunos e em conjunto com os colegas, pode motivar os estudantes a realizá-la com qualidade. Além disso, existe o aspecto tecnológico, o qual muitos estudantes têm interesse em utilizar dentro de uma sala de aula.

Estudante 1 – Sim, facilita muito o aprendizado.

Estudante 4 – Além da motivação pelo uso de tecnologias em trabalhos escolares ele traz uma praticidade que facilita e otimiza o tempo de trabalho.

Estudante 5 – Sim, pois sempre dá vontade de fazer, quando fica sempre a mesma coisa, fica chato.

Estudante 6 – Sim, porque vivemos em uma sociedade contemporânea, mantendo-se em constante atualização/renovação. Como jovem, me vejo compreendendo melhor os estudos quando relacionados a algo do qual estou ligada.

Estudante 11 – Com maior liberdade nós conseguimos decidir o mais acessível ou o que mais gostamos.

Estudante 15 – [...] tudo fica mais interessante. A aula com experimentação engaja mais os alunos a prestar atenção.

Estudante 16 – Faz os adolescentes se sentirem mais motivados para aprenderem.

Estudante 18 – Me sinto mais motivado(a) e curioso(a) para aprender coisas novas.

Estudante 20 – [...] por ser algo diferente do padrão já chama mais minha atenção.

Estudante 23 – Sim, aproxima a geração Z do conteúdo, já que é feito através da tecnologia.

Estudante 24 – Sim, pois desta forma não ficamos saturados com os mesmos métodos de ensino e aprendemos colocando a mão na massa.

É importante olhar para o processo de videoanálise como mais um aliado no ensino e aprendizagem. Mesmo assim, é válido observar que há casos em que os estudantes mantiveram a preferência pelas aulas tradicionais, não obstante, apesar das preferências, entenderam que é produtivo em algumas situações a realização de práticas como as propostas.

Estudante 2 – [...] as vezes prefiro a mais simples, mas um caso como esse gostei bastante.

Estudante 3 – Muitas vezes não, mesmo reconhecendo sua importância (de uma aula diversificada), ainda prefiro as tradicionais.

A questão da motivação é parte crucial no processo de videoanálise, visto que todas as etapas necessitam de disposição e atenção para realizá-las. Entretanto, é necessário reforçar que existem perfis de estudantes que preferem uma abordagem mais tradicional, protagonizada pelo professor.

B2 – Quais as conclusões dos estudantes sobre o processo de videoanálise?

Os estudantes gostaram das atividades. Relacionando com os tópicos anteriores é possível perceber que a motivação surgiu no discurso de vários participantes. Diversos estudantes observaram que o processo de videoanálise traz benefícios no que diz respeito à visualização/compreensão dos conceitos trabalhados

nas aulas tradicionais; que é importante utilizar a tecnologia em sua aprendizagem; relaciona o processo de videoanálise com a criatividade; e traz satisfação ao longo de seu desenvolvimento.

Estudante 3 – É muito útil e traz benefícios, mas deve ser aplicada nas situações certas e o professor deve explicar e acompanhar bem a atividade toda.

Estudante 4 – Muito interessante esta forma de praticar o que foi visto na teoria, com vídeo próprio, uso de tecnologia, entre outras coisas.

Estudante 9 – A princípio parecia complexa, mas na prática foi fácil.

Estudante 13 – ★★★★★

Estudante 16 – Foi bem criativa, eu achei muito melhor do que passar horas em um trabalho cansativo.

Estudante 20 – Foi uma atividade divertida de realizar e me apresentou bem os valores, o gráfico e como a coisa toda funciona.

Estudante 24 – Foi uma atividade que gostei de fazer, até mesmo por ser em grupo. Assim, cada pessoa faz uma parte.

Estudante 25 – Eu achei muito criativo e super diferente (...) eu que nunca tinha feito, achei “super de boa” de ser realizado.

Estudante 28 – Eu gostei bastante. Foi divertida e, ao mesmo tempo, aprendi muita coisa. Pude aprender e entender muito melhor com a prática (...) Quero mais aulas assim.

Estudante 35 – Achei uma prática bem interessante e que te mostra diferentes caminhos a serem seguidos. É uma proposta mais divertida, sem ser entediante.

Dialogando com a ideia de trazer satisfação ao ensino-aprendizagem, é possível destacar que o processo de videoanálise pode ser peça importante na motivação dos estudantes no ensino de ciências, por proporcionar o contato com práticas diversificadas, que incluem elementos ligados à tecnologia e às diferentes possibilidades em sua abordagem.

B3 – Quais vantagens e desvantagens os estudantes, observam no processo de videoanálise?

Evidentemente, qualquer prática apresenta aspectos positivos e negativos. Com a videoanálise não é diferente, o que se pode observar na fala dos estudantes. Sejam pontos a serem melhorados, como o foco no meio visual ou suas vantagens, visto que facilita procedimentos, se adapta às necessidades dos estudantes e permite uma observação das grandezas físicas de forma mais completa.

Estudante 1 – Poder aprender muito mais na prática do que na escrita e, vendo a atividade, aprender com os erros. Muita gente aprende escrevendo e ouvindo, com o vídeo normalmente só há a análise da atividade.

Estudante 3 – [...] o que vemos em aula é muito teórico e o Tracker traz esse conhecimento para a prática.

Estudante 4 – [...] após a marcação de pontos ele fornece os dados que precisar (ponto x, y, velocidade, etc.).

Estudante 11 – No meu ponto de vista não há nenhuma desvantagem, pois facilita o processo. É apenas mais trabalhosa a parte de ter que entender o manual primeiro para conseguir aplicar.

Estudante 18 – Ofereceu um pouco (de suporte), mostrando os gráficos já prontos [...] mostrou em alguns segundos o que ficaríamos muito tempo calculando.

Estudante 22 – Conseguimos observar de forma “mais real” o que vemos em sala de aula.

Estudante 34 – O software transforma um vídeo em números que ajudam a entender melhor o que passa nesse vídeo.

Importante salientar que diversos estudantes expressam preocupação com o uso exacerbado da tecnologia dentro da sala de aula. Enquanto alguns sentiram dificuldades em utilizar algumas funções do *software*, outros percebem as dificuldades que podem ser encontradas por colegas que não tenham acesso às ferramentas necessárias, como o computador.

Estudante 5 – Usamos a tecnologia e ficamos cada vez mais dependentes dela.

Estudante 7 – Se você não consegue utilizar o aplicativo, aí complica.

Estudante 12 – Aulas mais dinâmicas e com mais independência dos alunos [...] Tem alunos que tem dificuldades com tecnologias.

Estudante 19 – Existe dificuldade em mexer pela primeira vez.

Estudante 26 – É difícil marcar com precisão o ponto de massa.

Outro ponto importante de se observar é que o processo de videoanálise colabora com a própria transposição didática na medida em que, através da prática possibilitada pelo *Tracker*, os estudantes percebiam que existem situações que não correspondem ao mundo idealizado pelas aulas tradicionais e problemas existentes nas apostilas.

Estudante 8 – As principais vantagens foram que a ideia de que o mundo é exato foi quebrada e houve a possibilidade de analisar o gráfico com base na realidade.

Podemos concluir que, sobre o parâmetro B3, os estudantes compreendem que o processo de videoanálise apresenta mais vantagens do que desvantagens. Isso pode se apresentar como uma situação relevante para que os professores potencializem suas aulas, com o objetivo de melhorar o engajamento.

B4 – Os estudantes sentem-se incentivados a utilizar a estrutura da escola para experimentar situações inovadoras, como o processo de videoanálise?

Nesse tópico é importante fazer a ressalva de que as escolas possuem espaços muito diferentes se compararmos umas com as outras. Enquanto algumas possuem ambientes diversos, como quadras e laboratórios, outras mal apresentam salas de aula em condições de uso. Feita esta observação, na escola em que o produto foi aplicado existem muitos lugares disponíveis para a aplicação do processo de videoanálise. Sobre isso as impressões dos estudantes são:

Estudante 5 – Sim, a quadra, o pátio ou até mesmo a sala de aula.

Estudante 8 – Sim, como o laboratório ou a sala de aula mesmo.

Estudante 18 – Sim, principalmente na Educação Física.

Estudante 22 – Sim, na quadra de Educação Física, nas aulas de esportes.

Estudante 25 – Sim e isso ajuda bastante.

Estudante 27 – O ginásio e o laboratório.

Um estudante analisou a necessidade de tecnologia, e sobre isso destacou que os computadores disponibilizados para trabalharem não colaboram com a prática. Interessante notar que ele não desvinculou a abordagem tecnológica do espaço físico, significando que estes ambientes não são os únicos pontos de atenção.

Estudante 2 – Não, talvez a biblioteca, mas os computadores de lá não são os melhores do mundo.

É importante observar que alguns estudantes entendem que o uso de tecnologia pode potencializar determinadas práticas realizadas em laboratórios didáticos.

Estudante 15 – [...] experimentos com tecnologia são, às vezes, até mais interessantes do que certos experimentos no laboratório.

Talvez o estudante 15 pudesse ter interesse em trabalhar no espaço físico do laboratório. Porém, certas práticas, como medições, montagem e análise de dados podem ser realizadas de forma mais satisfatória com o auxílio do processo de videoanálise (mesmo que o *Tracker* apresente algumas inconveniências). Assim, se os laboratórios fossem mais bem equipados, os alunos poderiam ter maior satisfação em realizar essas atividades no ambiente escolar.

Estudante 15 – Eu acho que trabalhar com isso em casa é melhor do que na escola [...] o maior problema foi meu computador, talvez o Tracker possa ser mais otimizado.

Em geral, os estudantes mostram interesse em trabalhar nos diversos ambientes da escola. Entretanto, devem oferecer condições para que os alunos possam desenvolver trabalhos com qualidade.

C1 – Quais as potencialidades do processo de videoanálise mais colaboram com a atuação docente?

Antes de fazer as considerações sobre este parâmetro, é importante destacar que estas são fruto de um caso particular relativo ao autor desta tese. Por isso, as análises ficarão restritas às observações ligadas aos aspectos mais gerais que contribuam com a atuação dos docentes. Futuramente pode ser desenvolvido um projeto para analisar de forma mais completa como o processo de videoanálise impacta nas ações e contribui com as necessidades dos professores.

Uma das principais dificuldades encontrada pelos professores é a ausência de espaços adequados para práticas divergentes e equipamentos, em algumas escolas.

Com o processo de videoanálise é possível se apropriar dos contextos dos próprios estudantes para que essa situação seja contornada.

Outro ponto a destacar é que, devido à versatilidade do processo de videoanálise, este pode ser adaptado para diversas exigências da escola: ser encaixado como prática experimental; incluir a tecnologia nas ações; promover a interdisciplinaridade; pode ser realizado em diferentes ambientes. Isso permite que, com um só processo, o professor trabalhe inúmeras possibilidades.

Fazendo um paralelo com as observações dos estudantes, principalmente no que diz respeito à motivação, a liberdade proporcionada nas práticas propostas com o uso de tecnologia, contribui para o empenho do estudante na realização de atividades. Inclusive, outro aspecto, (a concentração) foi citado.

Estudante 13 – [...] consigo me concentrar facilmente.

As possibilidades de delegar ao estudante algumas tarefas que tomariam o tempo de aula, também podem ser vistas como uma vantagem ao professor. A atividade experimental fora do ambiente de sala de aula, em momentos diferentes e sem necessitar de aparatos da escola, promove uma celeridade no tempo disponível para a aula em si.

Em suma, as principais vantagens para os professores são que, além de contribuir diretamente com a aprendizagem dos estudantes, colabora com a gestão de questões organizacionais presentes nas escolas, melhorando a qualidade no seu planejamento e, conseqüentemente, em sua atuação.

C2 – O processo de videoanálise contribui para a aprendizagem dos estudantes?

Como os questionários foram respondidos pelos próprios estudantes, foi realizada uma seleção sobre os trechos que apresentaram respostas mais completas e que contribuía mais com os objetivos dessa tese.

Dessa forma, muitos aspectos foram citados pelos estudantes para demonstrar o impacto do processo de videoanálise em seu aprendizado. O primeiro é que o processo evidencia as relações existentes entre os assuntos teóricos e o cotidiano dos próprios estudantes. Portanto, a videoanálise anima as situações exploradas em livros e apostilas, potencializando o processo de aprendizagem de alguns estudantes.

Outro ponto citado é que a tecnologia, ou o próprio *software*, possibilita que os estudantes encontrem valores de forma muito mais rápida do que nas formas tradicionais de experimentação. Aspectos sociais também podem ser explorados,

visto que, da forma como foi conduzido (em grupo), proporcionou um ganho nas habilidades necessárias como a comunicação e definição de responsabilidades.

Estudante 2 – Podemos enxergar o que estamos estudando de forma mais clara, pois entendemos o que estudamos na vida real.

Estudante 3 – A aula tradicional nos ensina a base do conteúdo e os cálculos da melhor forma. As aulas com tecnologia são boas para uma compreensão mais aprofundada e nos mostram a aplicação do que já foi visto na aula tradicional.

Estudante 4 – [...] pela facilidade no uso, foi possível obter todos os dados solicitados na proposta [...] na prática foi possível observar a teoria passada em sala de aula e, ainda por cima, utilizar tecnologias nessas práticas.

Estudante 8 – [...] as informações são mais compatíveis com a realidade e a união do grupo foi fortalecida.

Estudante 9 – Sim, facilitando nos cálculos e construção de gráfico [...] em mais de uma matéria.

Estudante 15 – [...] ajudou-me a compreender os conceitos de velocidade e aceleração.

Estudante 21 – Sim, porque assim não aprendemos apenas a teoria, aprendemos a mexer em coisas tecnológicas.

Estudante 29 – O processo de videoanálise auxiliou no meu processo de aprendizagem.

Essa percepção em relação aos ganhos na aprendizagem, por parte dos próprios estudantes, evidencia a contribuição do processo de videoanálise no contexto educacional.

C3 – De que maneira o processo de videoanálise, colabora com a ideia de potencializar habilidades referentes aos aspectos tecnológicos e suas ferramentas?

Sendo o processo de videoanálise uma situação ligada aos aspectos diretos do uso de tecnologia (apropriação de habilidades necessárias, aprender a operar determinados *softwares*, utilizar certos programas computacionais para obter resultados), é importante analisar como os estudantes compreendem o potencial do processo, mediado pelas ferramentas, para sua aprendizagem.

Além disso é possível observar o estímulo causado pelo processo de videoanálise, inclusive trazendo consigo outros programas e aplicativos, configurando uma prática sólida.

Estudante 2 – [...] muitas vezes as tecnologias facilitam o processo da experimentação.

Estudante 3 – [...] o software facilita dificuldades desnecessárias. Iniciação no uso das tecnologias, que atualmente são indispensáveis e nos traz a aplicação dos conceitos vistos em aula.

Estudante 14 – As principais vantagens são: saber como um software funciona, sem contar que ajuda muito nas preparações de alguns gráficos.

Estudante 17 – [...] mostrou os números que precisávamos e demorariam para serem calculados.

Estudante 33 – [...] hoje em dia a tecnologia está muito presente em nossas vidas e é necessário que nós saibamos utilizar. Esse contato com a experimentação é extremamente importante para o nosso futuro.

Dentre os citados, destacam-se os pontos que dizem respeito às vantagens em relação à própria experimentação, como agilidade na obtenção de informações, visualização de gráficos e dados, além da própria iniciação ao uso de programas de computador específicos.

Como é comum às práticas mediadas por tecnologias, existem pessoas que enfrentam maiores percalços com esses processos. Sobre isso, as principais críticas recaem sobre o próprio *software*, desde comentários sobre o *layout* da página do *Tracker* (que é muito característico da época em que foi desenvolvido) até a dificuldade com as ferramentas próprias do programa.

Estudante 21 – O software é pouco intuitivo.

Argumentando a favor do processo de videoanálise, podemos dizer que o desenvolvimento e sua aplicação colaboram com aspectos diretamente ligados à tecnologia, bem como, que a ampliação do uso de softwares como o *Tracker* e a identificação de suas debilidades é o que permite o desenvolvimento e melhora do próprio programa, no movimento contínuo de desenvolvimento tecnológico e computacional. Com isso, a utilização dos próprios *softwares* é otimizada na medida

em que melhoram as percepções dos estudantes sobre parâmetros mais elementares da própria experimentação e do uso de tecnologias em ambientes educacionais.

C4 – De que maneira o processo de videoanálise, aliado aos outros contextos (sociais, educacionais e tecnológicos), colabora com a aprendizagem dos estudantes?

Observou-se que os estudantes já utilizavam as tecnologias no cotidiano e que ocorreram mudanças nas habilidades de utilização da tecnologia, configurando uma apropriação efetiva do uso de novos *softwares*. Sendo assim, a videoanálise pode colaborar para o desenvolvimento de habilidades distintas das usadas corriqueiramente.

Estudante 2 – (sobre trabalhar com o celular) [...] como não tenho computador já estou acostumado.

Estudante 3 – Nem todos os alunos têm fácil acesso a um computador. Uma atividade proposta no Tracker pode trazer dificuldade para esses alunos.

Estudante 4 – A necessidade do uso de um laptop/PC, pode impossibilitar algumas pessoas de fazer uso do software.

Embora estejam inseridos em uma realidade permeada por tecnologia, diversos estudantes relataram que o uso do computador (laptop/PC), pode acarretar problemas para o uso da videoanálise. Entretanto, o aprendizado também acontece ao impor determinados obstáculos, como o uso de certos instrumentos.

Estudante 11 – [...] a tecnologia pode ser usada para coisas positivas, como o ensino, ainda mais que acaba agilizando os experimentos.

Estudante 28 – [...] a tecnologia está cada vez mais evoluindo e entrando nas nossas vidas. Então, aprender como a tecnologia pode nos ensinar é muito bom.

Estudante 34 – (sobre se a inserção da tecnologia e da experimentação é positiva) Sim, pois isso ajudará a nos incluirmos no mercado de trabalho que teremos no futuro.

Evidentemente que o processo de videoanálise compreende diversos aspectos da formação que não podem ser resumidos em adotar um *software* e utilizá-lo para análise de dados. Essa percepção também está presente na linha de raciocínio de alguns estudantes que percebem a necessidade de outros aspectos relevantes à

formação, como a montagem do experimento, a análise preliminar, e o trabalho em equipe. Sendo assim, quando pensamos no processo de videoanálise como uma ação que leva em consideração o desenvolvimento de todas as etapas em conjunto, podemos concluir que a tecnologia é uma ferramenta necessária para o processo.

Estudante 24 – (sobre se a experimentação mediada pela videoanálise é positiva) Sim e não, querendo ou não a pessoa que faz a videoanálise pela tecnologia não faz tudo.

Sobre a percepção do estudante 24, é possível notar a compreensão de que a tecnologia não é uma agente individual nos processos de ensino e aprendizagem. Assim, outras ações são igualmente importantes, para que ocorra o desenvolvimento como: a montagem do experimento, reflexões sobre a prática, planejamento da atividade, execução, filmagem, análises e discussões. Isto configura o processo de videoanálise.

A noção de que apesar de não ser algo “*per se*” as tecnologias podem ser utilizadas para diversas situações é fundamental no que diz respeito ao amadurecimento do estudante. Esse aspecto é importante se levarmos em consideração o potencial da Inteligência Coletiva Computacional, ou seja, a tecnologia deve ser ministrada em conjunto com outras situações (experimentação, esportes, cotidiano), para que o estudante desenvolva suas habilidades.

Estudante 4 – [...] deve-se entender a diferença da hora de fazer a parte escolar e a parte de lazer, sendo um pouco mais difícil quando a parte escolar é com o celular, mesmo sendo possível.

Conforme a tecnologia avança os *smartphones* ganham cada vez mais funcionalidades que podem dispersar o foco da prática. Podemos ficar inclinados a achar que o *Tracker* poderia ser adaptado para celulares. Entretanto, é importante que os estudantes tenham contato com diversos instrumentos tecnológicos, como os computadores, e que permitam o direcionamento à atividade proposta.

Estudante 15 – Sendo sincero, provavelmente não (conseguiria trabalhar com tecnologias como o celular sem causar distrações), já que alunos já não prestam atenção quando estão com o celular.

Analisando as respostas do(a) estudante 16, percebe-se uma situação curiosa. Ao mesmo tempo em que tece comentários positivos (observadas nos parâmetros: A1, B1, B2 e D2) sobre o processo de videoanálise, afirmando:

Estudante 16 – (sobre conseguir trabalhar com tecnologia) mais ou menos, eu sou péssimo(a) com a tecnologia.

Isso abre uma discussão importante sobre como o processo de videoanálise colabora com o aprimoramento do uso de tecnologia, bem como proporciona atividades que fortalecem as habilidades referentes a isso, mesmo para estudantes que apresentem dificuldades em trabalharem com tais ferramentas/práticas.

D1 – A escola incentiva mudanças nas abordagens dos professores, permitindo a inserção de práticas variadas (como o processo de videoanálise)?

Neste tópico será feita uma reflexão baseada nas percepções do autor desta tese, sobre os impactos em sua aplicação.

Como discutido anteriormente, existem diversas exigências aos professores nos atuais contextos educacionais. Entre elas, o uso das tecnologias em atividades que proporcionem reflexões nos estudantes o qual não é incentivado, apenas, pelas escolas, mas pela própria BNCC. Ao mesmo tempo, metodologias focadas nos estudantes (aula invertida, *Hands On*, aulas de campo, laboratórios e dentre outras) são exigidas, cada vez mais nas escolas brasileiras.

Por isso, podemos concluir que sim, as escolas não só incentivam como exigem que os professores criem atividades que fomentem a criatividade e relacionem suas disciplinas com as diversas situações nas quais os estudantes estejam inseridos. Mesmo assim, é importante salientar que, em alguns ambientes, trona-se necessário que o professor avalie se é possível desenvolver determinada atividade. Por exemplo: não é possível desenvolver atividades experimentais sem equipamentos adequados, ou ambientes preparados. Logo, é necessário que a escola ofereça, ao menos, uma boa quantidade de computadores para o desenvolvimento do processo de videoanálise.

Sendo assim, pode-se reforçar que o processo de videoanálise dialoga com diversas necessidades das escolas, afinal, permite que várias habilidades sejam exploradas (desde que existam condições mínimas para que isto ocorra).

D2 – O entorno/contexto tradicional e o entorno/contexto no qual está inserido o processo de videoanálise, são percebidos da mesma maneira pelos estudantes?

O ensino tradicional focado no professor e baseado em aulas expositivas ainda tem lugar nas escolas atuais. Entretanto, como observado em documentos oficiais, é importante que as ferramentas e metodologias mais recentes sejam

utilizadas para melhorar as diversas condições dos contextos educacionais. Nesse sentido, os estudantes percebem a necessidade de, em certas situações, assumirem o protagonismo de seu aprendizado.

Estudante 12 – Na aula com tecnologia dá para nós mesmos fazermos e vermos conhecimentos físicos na prática, na aula tradicional, não dá.

Estudante 14 – Que a aula “normal” é mais centralizada no professor falar e os alunos só escutarem, já a outra fica mais participativa e legal, todo mundo gosta de uma aula diferenciada.

A visão dos estudantes sobre o ensino tradicional é, recorrentemente, ligada às limitações. A forma como ocorre o desenvolvimento de competências e habilidades nesse modelo é relacionada a: extremamente conceitual, limitada aos manuais, falta de contextualização e de motivação.

Por outro lado, as aulas que envolvem a experimentação/conceitos tecnológicos, são vistas como mais interessantes, motivadoras, dinâmicas e que permitem aos estudantes experiências que enriquecem a própria aprendizagem.

Estudante 4 – Na aula tradicional não é permitido o uso de tecnologias, além disso, ele traz uma “libertação” de cadernos, apostilas e teorias.

Estudante 6 – Aulas tradicionais temos em grande quantidade e são baseadas em teorias, o que entendo às vezes. Com a tecnologia, nos mantemos entretidos e colocamos a teoria em prática, colaborando na memorização de como se desenvolve a matéria.

Estudante 9 – Na prática com experimentos você entende melhor o que aprende na tradicional, então, andam juntas.

Estudante 11 – Nós aprendemos melhor em algumas situações com representações do dia a dia, ou até mesmo diferentes.

Estudante 16 – As aulas normais requerem muita atenção. Na tecnologia é mais fácil de se concentrar.

Estudante 17 – Na aula tradicional você não visualiza e não vê utilidade para a vida. Na experimental, é possível visualiza e entender a utilidade.

Estudante 18 – Na tradicional é um tanto difícil ver como as coisas funcionam. Já na aula mais prática, dá pra dar uma clareada.

Estudante 19 – A tradicional não é tão intuitiva quanto a tecnológica.

Estudante 20 – A aprendizagem em si, a comunicação, sem contar que é bem mais divertido fazer um experimento, o que até encoraja mais os alunos.

Estudante 21 – Uma aula tradicional já é interessante, mas com a tecnologia é mais motivadora, pois é algo diferente e que nunca tínhamos visto antes.

Estudante 23 – Na aula tradicional, o conteúdo é ensinado de maneira maçante muitas vezes, já a experimentação é divertida.

Estudante 32 – Na aula tradicional, devemos estar muito concentrados e, também, ela é muito chata. Já na experimentação/tecnologia foi diferente e mais legal.

Não é objetivo desta tese invalidar o ensino tradicional. Sendo o processo de videoanálise uma prática que busca a versatilidade e o aprimoramento do ensino e da aprendizagem, é importante destacar que as aulas em formato tradicional fazem parte de desenvolvimento e que alternadas com aulas de experimentação ou momentos de aplicação de diferentes metodologias, como aqui proposto através do processo de videoanálise, pode ter seu potencial renovado e conseqüentemente intensificado. Sendo assim, quanto mais dispositivos metodológicos estiverem inseridos na sala de aula, melhor para as atuações do professor e seus estudantes.

D3 – Como os ambientes disponibilizados pelas escolas, contribuem para o uso da videoanálise?

Podemos abordar essa questão olhando para os aspectos mais técnicos do processo de videoanálise. Como definido anteriormente, é crucial que as filmagens sejam realizadas em ambientes que apresentem espaço suficiente, iluminação adequada e disponibilidade para seres utilizados.

Obviamente os espaços disponibilizados não são os mesmos em todas as instituições. Mesmo assim, é interessante observar que diversos espaços apresentam potencial para utilização. A escola na qual foi aplicado o processo de videoanálise

descrito nessa tese se destaca por apresentar: quadras esportivas, laboratórios, pátios e salas de aula que possibilitam o desenvolvimento das atividades.

Estudante 4 – [...] os ambientes da escola como a quadra esportiva, geralmente, fornecem um bom espaço e iluminação.

Estudante 24 – [...] na quadra quando fazem esportes, por conta do rastro que o corpo faz na hora que o corpo foi lançado.

Estudante 28 – [...] fugir da sala de aula torna a aula mais descontraída, mas ao mesmo tempo estamos aprendendo.

Estudante 31 – Se você não tiver acesso a um computador será difícil realizar a atividade.

Estudante 32 – Praticamente toda a escola pode ser usada para contribuir.

Outro ponto a destacar é que estudantes que não tenham equipamentos necessários para a videoanálise podem se apropriar da estrutura escolar. Sendo, portanto, fundamental que as instituições apresentem recursos que contribuam com a formação dos estudantes, promovendo contato com a experimentação e garantindo acesso à tecnologia necessária.

Estudante 2 – Pode acontecer de algum aluno não ter acesso à Internet ou computador.

Estudante 10 – [...] é positivo pois nos dá mais liberdade nos experimentos e não, porque nem todos a possuem (referente à tecnologia).

Podemos ser levados a pensar que a presença dos *smartphones* em sala descarta a necessidade de escolas investirem em computadores. Entretanto, o autoconhecimento de alguns estudantes deixa claro que certos dispositivos devem permanecer como estrutura escolar.

Estudante 18 – [...] no computador eu me distrairia menos que no celular.

Estudante 24 – [...] se aparecer uma notificação enquanto faço o trabalho, iria perder o foco e meu rendimento seria baixo.

O que se pode concluir sobre este parâmetro é que para o processo de videoanálise, em grande parte das vezes, basta que a escola tenha espaços que possibilitem a atuação dos estudantes. Então, sua apropriação ocorre de forma natural

e na medida do necessário, frente às atividades propostas e à realidade dos estudantes.

D4 – O livro “O processo de videoanálise aplicado” colaborou de que forma para a realização da atividade?

Como definido anteriormente, o livro tem uma característica “multifocal”, impactando nas atuações dos professores e dos estudantes. Para analisar quais os principais pontos de repercussão, é importante observar as atividades realizadas. Algumas foram reproduções das práticas disponíveis no livro e outras foram adaptações.

Essas situações reforçam a versatilidade do produto e confirmam o potencial de uso com diferentes objetivos. Mesmo assim, o livro não foi concebido como um substituto do professor, mas como um aliado no processo de ensino e aprendizagem, propósito que se confirmou adequado como se leu nos pontos anteriores. Logo, é fundamental que o docente se aproprie da ferramenta, bem como introduza os temas pertinentes e de necessário conhecimento prévio dos estudantes, para o sucesso da atividade.

Estudante 2 – [...] o professor ensinou tudo em sala e no seu livro e usamos disso para trabalhar.

Estudante 28 – [...] se não possuímos uma noção básica, tanto do assunto, quanto do software, não ajudará muito.

Alguns estudantes observaram que o livro facilita a compreensão do processo. Isso ocorre tanto para o desenvolvimento das situações a serem analisadas, quanto o próprio uso do programa, afinal, os apêndices do livro trazem as práticas videoanalisadas em formato de GIF e/ou vídeo.

Estudante 8 – Sem o livro do professor a compreensão é muito mais difícil.

Estudante 17 – Se não tivéssemos o livro do professor, a atividade seria bem mais difícil.

Estudante 18 – Sem o livro seria muito difícil de marcar os pontos no vídeo.

Desta forma, confirma-se que o livro, devido à sua versatilidade, pode apresentar diversas finalidades: guia da atividade, manual, tutorial, material de consulta ou complementar. Devendo ser utilizado em conjunto com as ações do

professor e apresenta um grande potencial, contribuindo para o desenvolvimento da atividade por parte dos estudantes.

11. CONCLUSÃO

Desde o início desta tese, observou-se o potencial da videoanálise enquanto ferramenta. Os primeiros trabalhos referentes à videoanálise (em periódicos) tratavam os programas de análise de vídeo, principalmente o *Tracker*, como um instrumento relevante para professores de física que estivessem dispostos a realizar atividades experimentais.

O interesse e as possibilidades relacionadas ao tema mostram-se crescentes uma vez que número de artigos publicados relacionados vêm em uma crescente desde 2009, ano em que foi lançado o *Tracker*. Esta tese evidencia essa informação na medida em que mapeou este aumento da produção acadêmica sobre videoanálise nos últimos três anos de maneira clara, configurando uma revisão bibliográfica completa e que mostra resultados nacionais e internacionais.

Paralelamente, com o aumento da utilização de instrumentos tecnológicos em sala de aula, incentivado por órgãos/entidades oficiais em suas publicações, diversas necessidades devem ser consideradas pelos envolvidos nestes processos: possibilidade de inserção, disponibilidade de materiais, formação dos professores, tempo de aplicação, questões sociais, dentre outras.

A tese a ser validada era de que o que chamávamos de videoanálise é na verdade um processo que impacta diversos aspectos relevantes para a formação humana, o que se confirma e vai além do inicialmente cogitado. As práticas experimentais em física são importantes para que os estudantes apliquem os conceitos vistos em sala de aula, variem parâmetros, analisem dados e cheguem às suas conclusões, contribuindo com sua formação acadêmica.

Entretanto, o processo de videoanálise colabora para questões que vão muito além da análise física dos casos propostos, englobando e potencializando habilidades científicas e sociais, abrangendo aspectos muito mais amplos de formação. Isso encontra-se em consonância com um conceito de educação mais dinâmico, trazendo de forma compreensível a importância do ensino de ciências. Pode-se concluir, então, que o processo de videoanálise supera o conceito de ferramenta.

O grupo *Tracker*Brasil empenha-se em realizar diversas atividades com o *Tracker* há vários anos, tempo suficiente para constatar-se a necessidade da construção de algum objeto educacional que permitisse a junção das experiências obtidas. Assim surgiu o livro em formato e-PUB – que constitui o produto educacional associado à presente tese –, o qual foi pensado e desenvolvido para contribuir com diversas situações relevantes ao processo de ensino/aprendizagem, possibilitando trabalhar com os três tipos de laboratório citados ao longo da tese (demonstração, tradicional e divergente) e, de quebra, incluir de forma orgânica as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no ambiente escolar. Este produto é original, em língua portuguesa e livre para uso.

Para validar o processo e o produto, foi realizada uma atividade em uma turma de ensino regular. Os estudantes foram separados em grupos de até 6 pessoas e orientados a utilizar o livro, em conjunto com a aula do professor, para realizarem práticas relacionadas a 4 temas: movimento uniforme, movimento variado, queda livre e movimento parabólico.

Como o objetivo da prática era dialogar com o laboratório divergente, existiam inúmeras possibilidades de utilização do produto. Alguns estudantes optaram por seguir o livro como se fosse um tutorial (refazendo as orientações e observando o apêndice) e outros se apropriaram do livro para realizarem atividades personalizadas. Notadamente, os estudantes dessa faixa etária se sentiram mais confortáveis em aplicar os conceitos físicos em situações que ultrapassam o ambiente da sala de aula, como os esportes.

Durante a aplicação, diversos estudantes ressaltaram que o processo de videoanálise fez com que aprimorassem conceitos ligados a: trabalho em equipe, utilização de tecnologia no seu aprendizado, motivação em realizar uma prática diversificada do ensino tradicional, construção de gráficos, análise de dados, relação dos assuntos vistos em sala com seu cotidiano, uso diversificado e adequado da tecnologia e interdisciplinaridade.

Dentre os aspectos que exigem mais atenção, deve-se destacar a relevância da mediação do professor, sendo necessário preparar a atividade com antecedência, acompanhar o trabalho dos estudantes de perto, apresentar possibilidades concretas para que os alunos desenvolvam as atividades e lembrar que, para muitos casos, as respostas obtidas podem não ser as esperadas. Outro fator importante é que o processo de videoanálise colabora com muitas metodologias devido a sua grande

versatilidade, podendo ser adaptado de acordo com os interesses dos docentes e discentes.

Pode-se concluir, então, que os procedimentos comuns no ensino de física são enriquecidos pelo processo de videoanálise e, mais do que isso, esse processo apresenta elementos concretos que colaboram com a formação dos estudantes. Bem como, que o livro pode ser utilizado em diferentes contextos e com diversos objetivos, impactando diretamente nas atuações de todos os envolvidos em atividades educacionais.

Sobre o livro, este apresenta qualidades que nos permitem afirmar que existem condições de fornecer benefícios relacionados às categorias do livro didático (Referencial, Documental, Instrumental e Ideológico/Cultural). Nesse sentido, podemos analisar situações que giram em torno da: aderência às matrizes e ementas; orientações bem definidas de como proceder durante a atividade experimental; oportunizar ações particulares (por parte dos estudantes e professores); permitir acesso; promover adaptações; contextualizar historicamente e aproximação do cotidiano. Verificando-se que o produto é adaptável, podendo ser utilizado como um manual ou um instrumento que auxilia e potencializa a formação e os diferentes processos educacionais.

Sobre a atividade experimental, é possível observar o processo de videoanálise como um forte aliado às quatro características (Motivacional, Instrucional, Funcional e Epistemológica). São aspectos ligados às percepções dos estudantes que vão desde estimular situações de aprendizagem, passando por visualizar os problemas trabalhados em sala tradicional, até facilitar as atividades experimentais.

Pode-se concluir, portanto que o processo de videoanálise permite o trabalho individual e em equipe, oportunizando o ensino com tecnologia de forma orgânica, aliando práticas experimentais e o cotidiano. Ao mesmo tempo, poder ser adaptado para qualquer contexto, desde um ensino mais tradicional até inovações exigidas por documentos recentes, como a BNCC.

Não obstante, tendo em vista que a Investigação-Ação é uma metodologia cíclica, existem várias possibilidades para a continuação deste trabalho, analisando o impacto do processo de videoanálise: na atuação docente, na realidade escolar, na formação de professores, no ensino superior.

12. REFERÊNCIAS

ABMES. **PORTARIA Nº 345**. Altera a Portaria MEC nº 343. Brasília: Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior, 2020.

ADORNO, T.; HOCKHEIMER, M. **Dialética do esclarecimento – Fragmentos Filosóficos**. Rio de Janeiro: Zahar, 1985.

ALLAIN, R. **Physics and Video Analysis**. San Rafael: Morgan & Claypool Publishers, 2016.

ALVES FILHO, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 2, p. 44-58, ago. 2000.

AMALIAH, N.; DARMADI, I.; SAEHANA, S. Analysis of Students' Understanding of Motion Concept with Video based Learning Assisted by *Tracker Software*. **Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika**, v. 8, n. 2, p. 126-132, 2020.

ARAÚJO, F.; OLIVEIRA, M.; NOBRE, E.; PINHEIRO, A.; CUNHA M. A videoanálise de uma bola saltitante: um estudo sobre as perdas de energia utilizando aplicativos para smartphones. **Revista Physicae Organum**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 43-51, 2017.

ARAÚJO, F.; OLIVEIRA, M.; NOBRE, E.; PINHEIRO, A.; CUNHA M. Estudo do movimento com o aplicativo Vidanalysis: possibilidades no estudo de lançamento de projéteis. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 68-80, 2017.

ARAÚJO, F.; OLIVEIRA, M.; NOBRE, E.; PINHEIRO, A.; CUNHA M. O estudo do looping vertical de um balde com água com aplicativo de videoanálise para dispositivos móveis. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 1-9, 2018.

ASRIZAL; PRATIWI, T.; YOHANDRI. Tool modelling system of atwood machine with remote control of released objects for *Tracker* video analysis. **Journal of Physics: Conference Series**; v. 2309, n. 1, p. 012043, 2022.

ASSIS R. A educação brasileira durante o período militar: a escolarização dos 7 aos 14 anos. **Educação em Perspectiva**, v. 3, n. 2, p. 320-339, 2012.

AYOP, S. Analyzing Impulse Using iPhone and *Tracker*. **The Physics Teacher**, v. 55, n. 8, 2017.

AZHAR, T.; MULYANINGSIH, N.; SARASWATI, D.; NURHAYATI, N.; MARLIANI, N.; NURSA'ADAH, F.; SARI, N.; LESTARI, I.; NURJANAH, N. Video analysis of basketball throws for parabolic motion learning materials. **Journal of Physics: Conference Series**; v. 1816, n. 1, p. 012077, 2021.

BARBOSA, W. **Inserção de conceitos de dinâmica rotacional no ensino médio através do laboratório não estruturado mediado por videoanálise**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

BARROS, L.; CERQUEIRA JR, W.; DUTRA, G. Física Moderna no Ensino Médio: O que o Projeto Nuffield de Física tem a nos dizer? *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindóia, 2015. Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, p. 1-8.*

BARROS, M.; JESUS, V. Aprendizagem de gráficos de cinemática por meio da videoanálise associada à metodologia peer instruction. **Revista do professor de física**, Brasília, v. 3, n. 2, p. 50-64, 2019.

BAUMAN, Z. **Modernidade e Holocausto**. Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

BAUMAN, Z. **Modernidade Líquida**. Rio de Janeiro: Zahar, 2001.

BELLONI, M.; CHRISTIAN, W.; BROWN, D. Teaching Astronomy Using *Tracker*. **The Physics Teacher**, v. 51, n. 3, p. 149-151, 2013.

BELUZO, M.; TONIOSSO, J. O Mobral e a alfabetização de adultos: considerações históricas. **Cadernos de Educação: Ensino e Sociedade**, v. 2, n. 1, p. 196-209, 2015.

BEZERRA JR, A.; BORDIN, G.; PERES, M.; LENZ, J.; FLORCZAK, M. Desenvolvimento e validação de uma oficina de ensino de videoanálise para professores de física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, p. 557-576, 2021.

BEZERRA-JR, A.; LENZ, J.; SAAVEDRA, N.; PERES, M.; COSSI JR, O.; MELLO, A.; CONCEIÇÃO, S. Uma abordagem didática do experimento de Millikan utilizando videoanálise. **Acta Scientiae - Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 17, n. 3, p. 813-832, 2015.

BEZERRA-JR, A.; OLIVEIRA, L.; LENZ, J.; SAAVEDRA, N. Videoanálise com o *software* livre *Tracker* no laboratório didático de física: movimento parabólico e segunda lei de Newton, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 29, n. Especial 1, p. 469-490, 2012.

BONANO, A.; BOZZO, G.; CAMARCA, M.; SAPIA, P. An innovative experiment on superconductivity, based on video analysis and non-expensive data acquisition. **European Journal of Physics**, v. 36, n. 4, p. 045010, 2015.

BONVENTI JR., W.; ARANHA, N. Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do "*Tracker*". **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 2504-1-2504-9, 2015.

BORDIN, G.; BEZERRA JR, A. Potencialidades de uso do *software* de videoanálise *Tracker* em sala de aula no ensino de Física. *Revista Actio: Docência em Ciências, Anais da III Semana das Licenciaturas*, Curitiba, 2019.

BORDIN, G.; FRANÇA, I.; BEZERRA JUNIOR, A. Desenvolvimento e utilização de um aplicativo móvel brasileiro para videoanálise: "Videoanalizando". **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 44, p. e20220058, 2022.

BORDIN, G. **Guia Didático – videoanálise no ensino de física – uma abordagem utilizando o software Tracker (recurso eletrônico)**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

BORDIN, G. **Potencialidades de uso do software de videoanálise Tracker no ensino de física**. 2020. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

BORDIN, G.; PERES, M.; LENZ, J.; BEZERRA JR, A.. Desafios dos professores durante o distanciamento social devido à pandemia da COVID-19: uma proposta para o ensino de física utilizando videoanálise. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 16, n. 43, p. 147-157, 2020.

BORDIN, G.; PERES, M.; LENZ, J.; BEZERRA JR, A.. Experimentando a física em tempos de pandemia: o software de videoanálise Tracker para atividades experimentais no ensino remoto. In: XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2021. **Anais do 24º Simpósio Nacional do Ensino de Física**. Santo André: SBF, 2021.

BORDIN, G.; PERES, M.; BEZERRA JR, A. Utilização da videoanálise com o software Tracker para o estudo da difração de elétrons. In: X ENFOCO - Encontro de Formação de Professores da Área de Ciências, 2021, Campinas. **X Encontro de Formação de Professores de Ciências - Ensino de ciências e educação ambiental: pesquisas, práticas e formação de professores**, 2020. v. X. p. 368-369.

BORDIN, G.; PERES, M.; FLORCZAK, M.; LENZ, J.; BEZERRA JUNIOR, A. Uma Revisão Sistemática de Literatura sobre a Utilização do Software de Videoanálise Tracker em Alguns Periódicos Brasileiros. **Abakós**, v. 10, n. 1, p. 89-116, 2022.

BORGES-ANDRADE, J. Em busca do conceito de linha de pesquisa. **Revista de Administração Contemporânea [online]**. 2003, v. 7, n. 2, p. 157-170, 2009.

BORTOLINI, R.; NUNES, C. A Paideia grega: aproximações teóricas sobre o ideal de formação do homem grego. **Revista Filosofia e Educação**, v. 10, n. 1, p. 21-36, 2018.

BOZZO, G. Free-Fall Demonstrations in the High School Laboratory. **The Physics Teacher**, v. 58, n. 1, 2020.

BOZZO, G.; SABATA, F.; PISTORI.; MONTI, F. Imaging and Studying Standing Waves with a Homemade Melde-Type Apparatus and Information and Communication Technology (ICT). **The Physics Teacher**, v. 57, n. 9, p. 23-27, 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2019. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/>>. Acesso em: 24 de março de 2020.

BRASIL. **Bolsonaro assina projeto que regulamenta educação domiciliar.** Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=75061>>. Acesso em 19 de Mar 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 25 de Ago. 2020.

BRASIL. **Informática aplicada à educação.** 2009. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=606-informatica-aplicada-a-educacao&Itemid=30192>. Acesso em abril de 2020.

BRASIL. **Informática Educativa – Plano de Ação Integrada (1º Planinfe).** 1991. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002609.pdf>>. Acesso em abril de 2020.

BRASIL. **O que é o ProInfo? 1997 – 2007.** Disponível em <<https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/proinfo/sobre-o-plano-ou-programa/sobre-o-proinfo>>. Acesso em abril de 2020.

BRASIL. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+.** Ministério da Educação, Brasília, 2002.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais,** 2008. Disponível em: <<portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em 9 de abril de 2020.

BRASIL. **Programa Nacional de Informática Educativa.** 1994. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002415.pdf>>. Acesso em abril de 2020.

BRASIL I.; V., BLASS, L.; JUNQUEIRA, M. Introduzindo o conceito de avaliação por rubricas por intermédio de oficinas: análise de uma experiência piloto. **Revista Contexto & Educação,** v. 36, n. 113, 54–73, 2021.

BROWN, D. **Video Analysis and Modeling Tool for *Physics Education*.** Disponível em: <<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/Tracker/>>. Acesso em: 10 de outubro de 2014.

CABRERIZO-VÍLCHEZ, M. A.; MOLINA-BOLÍVAR, J. A. Determination of the static friction coefficient from circular motion. **Physics Education,** v. 49, n. 4, p. 400-405, 2014.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; MARTÍNEZ-TERRADES, I. A emergência da didática das ciências como campo específico de conhecimento. **Revista Portuguesa de Educação,** n. 14, v. 1, p. 155-195, 2001.

CARVALHO, A; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações.** São Paulo: Cortez, 2009.

CASTAÑEDA, A. Rectilinear movement and functions through the analysis of videos with *Tracker*. **The Physics Teacher,** v. 57, n. 7, p. 506-507, 2019.

CASTAGINI-PADILHA, A. **O uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no contexto da Aprendizagem Significativa para o ensino de Ciências**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Programa de Pós-graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica – PPGFCET, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

CAVALCANTE, M.; PEÇANHA, R.; TEIXEIRA, A. Ondas estacionárias em cordas e determinação da densidade linear de um fio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 3502, 2013.

CGI – COMITÊ GESTOR DA *INTERNET* NO BRASIL. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação** 2011. Disponível em:
<https://cetic.br/media/docs/publicacoes/216410120191105/tic_edu_2018_livro_eletronico.pdf> Acesso em abril de 2020.

CGI – COMITÊ GESTOR DA *INTERNET* NO BRASIL. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação** 2018. Disponível em:
<https://cetic.br/media/docs/publicacoes/216410120191105/tic_edu_2018_livro_eletronico.pdf>. Acesso em abril de 2020.

CGI – COMITÊ GESTOR DA *INTERNET*. **Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas Escolas Brasileiras**. 2019. Disponível em:
<<https://cetic.br/pesquisa/educacao/>>. Acesso em abril de 2020.

CHAVES, A.; SHELLARD, R. **Física para o Brasil: pensando o futuro**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005.

CHIAVERINA, C. **Teaching PSSC Physics: A Remembrance of Things Past**. American Association of Physics Teachers, 2006. Disponível em
<<https://oduv.info/692.pdf>>. Acesso em set. de 2020.

CHIRIACESCU, F.; CHIRIACESCU, B.; MIRON, C.; BERLIC, C.; BARNA, V. Dynamic study of torsion using *Tracker software*. **Romanian Reports in Physics**, v. 72, n. 3, p. 1-10, 2020.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n.3, p. 549- 566, 2004.

CLAESSENS, T. Analyzing Virtual Physics Simulations with *Tracker*. **The Physics Teacher**, v. 55, n. 9, p. 558-560, 2017.

COELHO, S.; NUNES, A.; WIEHE, L. Formação continuada de professores numa visão construtivista: contextos didáticos, estratégias e formas de aprendizagem no ensino experimental de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 1, p. 7-34, 2008.

COLES, G. **Miseducating for the Global Economy**. Monthly Review Press. Edição do Kindle, 2018.

COMISSÃO EUROPEIA. **Documento de reflexão controlar a globalização**. 2017. Disponível em <https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/reflection-paper-globalisation_pt.pdf> Acesso em dez. 2020.

CORAMIK, M.; ÜREK, H. Calculation of Kinetic Friction Coefficient with “Phyphox,” “Tracker” and “Algodo0”. **Physics Education**, v. 56, n. 6, p. 1-11, 2021.

CORDENONSI, A.; MÜLLER, F.; BASTOS, F. A Matriz Dialógica Problematizadora como uma Estrutura para o Exame e a Discussão Temática de uma Disciplina de Graduação Mediada por Tecnologia. **Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação**, 2008.

COSTA, F. **A Experimentação no ensino de Física: proposta de aplicação para temas do ensino médio**. 2017. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba, Sorocaba, 2017.

CUPANI, A. **Filosofia da tecnologia: um convite**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2011.

DE OLIVEIRA, A.; JESUS, V.; SASAKI, D. Video analysis of the fall and vertical downward launch of Styrofoam balls with air drag. **Physics Education**, v. 56, n. 4, p. 1–11, 2021.

DESCARTES, R. **Discurso do Método**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

DEWI, F.; WIBOWO, N.; SUDJITO, D.; RONDONUWU, F. The Design of One-Dimensional Motion and Two-Dimensional Motion Learning Media Using Digital Camera and Tracker-Based Air Track. **Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika**, v. 6, n. 1, p. 65-74, 2020.

DIAGO, S.; OSORIO, C.; RICARDO, P. Fuerza ficticia en un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 8, n. 1, p. 190-198, 2014.

DIAS, M.; VIANNA, Deise M.; CARVALHO, P. A queda dos corpos para além do que se vê: contribuições das imagens estroboscópicas e da videoanálise para a alfabetização científica. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 20, p. e2947, 2018.

DIAZ, D.; VITERY, F. Análisis de videos y modelado de sistemas físicos sencillos como estrategia didáctica. **Revista Educación en Ingeniería**, v. 9, n. 18, p. 190-200, 2014.

DÍAZ-VICARIO, A.; JUAN, C.; SALLÁN, J. Uso problemático de las TIC en adolescentes. **Revista Electrónica de Investigación Educativa**, v. 21, p. e07, 2019.

DINIZ-PEREIRA, J. A construção do campo da pesquisa sobre formação de professores. **Revista da FAEEDBA – Educação e Contemporaneidade**, v. 22, n. 40, p. 145-154, 2013.

DRIVER, R; OLDHAM, V. A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science. **Studies in Science Education**, v. 13, p. 105-122, 1986.

EADKHONG, T.; RAJSADORN, R.; JANNUAL, P.; DANWORAPHONG, S. Rotational Dynamics with *Tracker*. **European Journal of Physics**, v. 33, n. 3, p. 615-622, 2012.

ELOT, Y.; ANGOL, Y.; ALUS, G; ASTRO, R.; NASAR, A. Analisis Percepatan Gravitasi Berbasis Video Tracking Pada Ayunan Bandul. **Jurnal Kumparan Fisika**, v. 5, n. 2, p. 69-76, 2022.

EROL, M.; YLLDLZ, H.; TEKINGÜNDÜZ, M. Conservation of Linear Momentum Using *Tracker* Analysis: A Teaching Material. **The Physics Educator**, v. 2, n. 2, p. 2050008, 2020.

EUROPEAN COMMISSION. **Survey of School: ICT in Education**. Luxemburgo, p. 182, 2013. Disponível em <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/sites/digital-agenda/files/KK-31-13-401-EN-N.pdf>>. Acesso em ago. 2019.

FERRARO, J. Althusser, educação, estado e (re)produção. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 9, n. 17, p. 4-23, 2014.

USP. FFLCH. **Linhas de Pesquisa**. Disponível em <[FIANTI; LISTIAGFIROH, W.; SUSILO. Video *Tracker* analysis: a strategy for measuring students communication and collaboration skills. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1567, n. 2, p. 022019, 2020.](https://dlm.fflch.usp.br/linhas-de-pesquisa#:~:text=%2D%20Uma%20Linha%20de%20Pesquisa%20%C3%A9,com%20objetos%20ou%20metodologias%20comuns.>>. Acesso em Janeiro de 2023.</p>
</div>
<div data-bbox=)

FIGUEIRA, J. Movimento browniano: uma proposta do uso das novas tecnologias no ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4403, 2011.

FILHO, N.; LENZ, J.; BEZERRA JR, A.; FLORCKZAK, M.; GARCIA, V. A videoanálise como mediadora da modelagem científica no Ensino de Mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 10, n. 3, p. 231-246, 2017.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FONTES, A.; DOS SANTOS, O.; BATISTA, M. Possibilidades para ensinar conceitos de força de arrasto em meio fluido líquido. **Revista do Professor de Física**, v. 5, n. 2, p. 80–95, 2021.

FOUCAULT, M. **Microfísica do poder**. Rio de Janeiro: Graal, 1989.

FRANCO, R.; MIRANDA, V.; DUTRA, R.; RIBEIRO, L. E se a superfície for áspera? Um estudo sobre a influência da força de atrito em colisões inelásticas através de videoanálise. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20200528, 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2018.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. São Paulo: Paz e Terra, 1987.

GALEANO, E. **Futebol ao sol e à sombra**. Porto Alegre: L&PM POCKET, 2019.

GARZÓN, G. Propuesta para la enseñanza del movimiento oscilatorio usando herramientas computacionales. **Latin-American Journal of Physics Education**, v. 16, n. 2, p. 2308, 2022.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I.; ALÍS, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Por uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, n. 7, v. 2, p. 125-153, 2001.

GIROUX, H. **Os professores como intelectuais: Rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Penso, 1997.

GOLDWASSER, E. **Reminiscences: PSSC Experiences Revisited**. American Association of Physics Teachers. 2006. Disponível em <<https://www.compadre.org/portal/pssc/docs/Goldwasser.pdf>>. Acesso em set. de 2020.

GORDIANO, G. **Uma abordagem no ensino de mecânica utilizando o Tracker**. 2019. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

GORRI, A.; SANTIN FILHO, O. Representação de temas científicos em pintura do século XVIII: um estudo interdisciplinar entre Química, História e Arte. **Química Nova na Escola**. v. 31, n. 3, p. 184-189, 2009.

GUNAWAN, A.; ARYMURTHY, A. Visual Tracking for Abrupt Motions of Human Sperm using Smoothing Stochastic Approximate Monte Carlo, **Procedia Computer Science**, v. 59, n. Especial, p. 64-72, 2015.

HERRMANN, M.; HOERNIG, M.; RADIG, B. Online Multi-player Tracking in Monocular Soccer Videos. **AASRI Procedia**, v. 8, n. Especial, p. 30-37, 2014.

HIGA, I.; OLIVEIRA, O. A experimentação nas pesquisas sobre o ensino de Física: fundamentos epistemológicos e pedagógicos. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 44, p. 75-92, 2012.

HINRICHSEN, P. The physics of falling chimney stacks. **Physics Education**, v. 56, n. 5, p. 1–8, 2021.

HOCKICKO, P.; KRISTAK, L.; NEMEC, M. Development of students' conceptual thinking by means of video analysis and interactive simulations at technical universities. **European Journal of Engineering Education**, v. 40, n. 2, p. 145-166, 2015.

HOCKICKO, P.; TRPISOVA, B.; ONDRUS, J. Correcting Students' Misconceptions about Automobile Braking Distances and Video Analysis Using Interactive Program *Tracker*. **Journal of Science Education and Technology**, v. 23, n. 6, p. 763-776, 2014.

INDIA. **National Curriculum Framework**. Disponível em <<http://www.ncert.nic.in/rightside/links/pdf/framework/english/nf2005.pdf>>. Acesso em set. 2019.

INDIA. **National Policy on Information and Communication Technology (ICT) In School Education**. Disponível em <https://mhrd.gov.in/sites/upload_files/mhrd/files/upload_document/revised_policy%20document%20ofICT.pdf>. Acesso em nov. 2019.

IPEA. **Análise do uso das TICs em escolas públicas e privadas a partir da teoria da atividade**. 2016. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2218.pdf>. Acesso em abril de 2020.

JESUS, V. **Experiments and Video Analysis in Classical Mechanics**. Nova Iorque: Springer Cham, 2017.

JESUS, V. **Experimentos e videoanálise - Dinâmica**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

JESUS, V.; BARROS, M. As múltiplas faces da dança dos pêndulos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 4, p. 4309, 2014.

JESUS, V.; HAUBRICHES, C.; OLIVEIRA, A.; SASAKI, D. A low-cost experiment to visualise the Fourier series: Video analysis of a real plucked coiled spring. **European Journal of Physics**, v. 39, n. 2, p. 025704, 2017.

JESUS, V.; PÉREZ, C.; OLIVEIRA, A.; SASAKI, D. Understanding the Gyroscope Sensor a Quick Guide to Teaching Rotation Movements Using a Smartphone. **Physics Education**, v. 54, n. 1, p. 1-8, 2018.

JESUS, V.; SASAKI, D. O experimento didático do lançamento horizontal de uma esfera: Um estudo por videoanálise. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 1507, 2015.

JESUS, V.; SASAKI, D. Uma abordagem por videoanálise da propagação de um pulso em uma catenária. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 3, p. e3301, 2019.

JESUS, V.; SASAKI, D. Video analysis of a low cost experimente on kinetic friction and rolling friction. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 1-6, 2014.

JESUS, V.; HAUBRICHES, C.; OLIVEIRA, A.; SASAKI, D. Video analysis of a massive coiled spring transverse oscillations described by Fourier series. **European Journal of Physics**, v. 43, n. 6, p. 1–15, 2022.

JESUS, V.; SASAKI, D. Video analysis using a shaking camera. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. e20210296, 2021.

KEMMIS, S.; MCTAGGART, R. **Cómo planificar La investigación-acción**. Barcelona: Laertes, 1987.

KODEJSKA, C.; LEPIL, O.; SEDLACKOVA, H.; Coupled Oscillators Interesting Experiments for High School Students. **Physics Education**, v. 53, n. 4, p. 1-8, 2018.

LABURÚ, C. Seleção de experimentos de física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, p. 161-178, 2005.

LANDEIRA, J.; SARMENTO, I.; ALVES, R.; APARECIDA CARVALHO, E.; MIRANDA DE FREITAS, A.; GONÇALVES, B. Pêndulo Simples: *Tracker* x Phyphox. **Revista do Professor de Física**, v. 4, n. 2, p. 91–108, 2020.

LEME, J.; OLIVEIRA, A. Pendulum Underwater - An Approach for Quantifying Viscosity. **The Physics Teacher**, v. 55, n. 9, p. 555-557, 2017.

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

LÉVY, P. Abrir o espaço semântico em prol da inteligência coletiva. **Revista Eletrônica de Comunicação Informação e Inovação em saúde**, v. 1, n. 1, p. 129-140, 2007.

LÉVY, P. **Filosofia World: O Mercado, o Ciberespaço, a Consciência**. Lisboa: Instituto Piaget, 2000.

LÉVY, P. **From Social Computing to Reflexive Collective Intelligence: The IEML Research Program**. 2009.

LÉVY, P. **Theoretical Framework for a Future Computational Collective Intelligence**. 2010.

LIMA, N.; VAZATA, P.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C.; MORAES, A. Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v.19, 155-189, 2019.

LORENZ, K.; BARRA, V. Produção de Materiais Didáticos de Ciências no Brasil, Período 1950 a 1980 [The Development of Science Education Materials in Brazil from 1950 to 1980]. Ciência e Cultura, São Paulo, Brasil: **Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, vol. 38, n. 12, p. 1970-1983, dez. 1986.

MACIEL, F. **O uso do software educacional Tracker como apoio ao ensino e aprendizagem do movimento vertical de massas pontuais no primeiro ano do ensino médio**. 2018. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2018.

MAIA, A. (2020). **Questionário e entrevista na pesquisa qualitativa: elaboração, aplicação e análise de conteúdo – Manual Didático**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2020.

MANACORDA, M. **História da Educação: da Antiguidade aos nossos dias**. São Paulo: Cortez, 2006.

MAIZTEGUI, A.; *et al.* Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. **Revista Iberoamericana de Educación**, v.1, n. 28, p. 129-155, 2002.

MARTIN, T.; FRISCH, K.; ZWART, J. Systematic Errors in Video Analysis. **The Physics Teacher**, v. 58, n. 3, p. 195–197, 2020.

MARTINS, Alisson A. **Artefato da cultura escolar ou mercadoria? a escolha do livro didático de Física em análise**. 2014. Tese (Doutorado em Educação) - Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MARTINS, C. Geração digital, geração net, millennials, geração Y: refletindo sobre a relação entre as juventudes e as tecnologias digitais. **Revista Diálogo**, v. 1, n. 29, p. 142 – 151, 2015.

MARTINS, T.; DE JESUS, V.; SASAKI, D. The magnus effect in volleyball service by video analysis. **European Journal of Physics**, v. 43, n. 1, p. 015002, 2022.

MASLOVA, K.; DE JESUS, V.; SASAKI, D. Understanding the effect of rolling friction in the inclined track experiment. **Physics Education**, v. 55, n. 5, p. 055010, 2020.

MASSCHELIN, J.; SIMON, M. **Em defesa da escola: uma questão pública**. São Paulo: Autêntica, 2014.

MATSUNAGA, F. **Objetos de ensino, suas potencialidades e dificuldades para aprendizagem de física no ensino médio**. 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MCEETYA. **Melbourne Declaration on Educational Goals for Young Australians**. Melbourne, p. 18, 2008. Disponível em <https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=policyinsights>. Acesso em ago. 2019.

MCNEIL, L.; HERON, P. Preparing physics students for 21st-century careers. **Physics Today**, v. 70, n. 11, p. 38–43, 2017.

MENEZES, E.; SANTOS, T. **Verbete ProlInfo (Programa Nacional de Informática na Educação)**. *Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrasil*. São Paulo: Midiamix, 2001.

MEUCCI, R. **Experimentos sobre leis de conservação para o ensino de Física no Ensino Médio baseados em tecnologias livres**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MICHELENA, C.; RIVERA GÁLVEZ, W.; ALVARO, S. Análisis Experimental De Fenómenos Físicos Mediante Video Análisis. **Bases de la Ciencia**, v.7, n.1, p. 37-50, 2022.

MOGENDORFF, J. A escola de Frankfurt e seu legado. **Revista Verso e reverso**, v. 26, n. 63, p. 152-159, 2012.

MONTOLI, G.; CABRAL NETO, J. Estudo de Colisões Inelásticas por meio da Videoanálise. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 865–878, 2020.

MOBBS, R. Astro Academy Principia - Using *Tracker* to Analyse Experiments Undertaken by Tim Peake on the International Space Station. **School Science Review**, v. 98, n. 363, p. 29, 2016.

NASCIMENTO, C.; OLIVEIRA, A. A Metodologia ativa de instrução pelos colegas associada à videoanálise de experimentos de cinemática como introdução ao ensino de funções. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20190162, 2020.

NOEL, D.; PRAMUDYA, Y.; SUKARELAWAN, M.; ARIEFKA, R. Gerak Silinder Pada Bidang Miring Dalam Air Dengan Variasi Ketinggian Air. **Jurnal Kumparan Fisika**, v. 5, n. 1, p. 37-42, 2022.

NUGRAHA, M.; PURWANA, U.; PARWATI, S.; KIRANA, K. Homemade experiment for understanding the fluid continuity principle. **Physics Education**, v. 56, n. 3, p. 1–8, 2021.

NUNES, R.; QUEIRÓS, W. Visões deformadas sobre a natureza da ciência no conteúdo de relatividade especial em livros didáticos de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 295 – 319, 2020.

NURYANTINI, A.; NURYADIN, B. Learning Vector of Motion Using FlightRadar24 and *Tracker* Motion Analysis. **Physics Education**, v. 55, n. 1, p. 015019, 2020.

NURYADIN, B. The falling chain analysis using kitchen scales. **Physics Education**, v. 55, n. 3, p. 1–5, 2020.

OLIVEIRA, F. **Uso e divulgação do software livre Tracker em aulas de física do ensino médio**. 2014. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica,

Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

OLIVEIRA, F.; LENZ, J.; SAAVEDRA FILHO, N.; BEZERRA JR, A. Videoanálise e Ensino de Física em Situação de Vulnerabilidade Social. **Revista Abakós**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 3-21, 2019.

ONORATO, P.; MASCHERETTI, P.; DE AMBROSIS, A. Investigating the magnetic interaction with Geomag and *Tracker* Video Analysis: static equilibrium and anharmonic dynamics. **European Journal of Physics**, v. 33, n. 2, p. 385-395, 2012.

ONU. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2015/10/agenda2030-pt-br.pdf>>. Acesso em out 2019.

OSÓRIO, T.; GARCIA STOLL, V.; MARQUES MARTINS, M. Investigação na Formação Inicial: concepções sobre as TIC e a Energia no Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 2, p. 22-36, 2019.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C.; PRADO, S.; RICCI, T. Fundamentos da física quântica à luz de um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.8, n.3, p.1094-1116, 2009.

OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Os mestrados profissionais em ensino das ciências da natureza no Brasil. **Ciência e Educação (Bauru)**, v. 21, n. 3, p. 1-3, 2015.

PACCA, J. **Análise do Desempenho de Alunos Frente a Objetivos do Projeto de Ensino de Física**. In Pesquisas sobre o Ensino de Física – Resumo das Dissertações de Mestrado em Ensino de Ciências, modalidade Física, apresentadas nos anos de 1976 a 1982, org. HAMBURGER, Ernst. 1990. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/Livros-e-Estudos/Pesquisas-Sobre-o-Ensino-de-Fisica.pdf>. Acesso em set. 2020.

PACI ARAUJO, P.; ALVES SILVA, M. Sequência didática utilizando metodologias ativas e análise de vídeo para o estudo do Movimento Retilíneo Uniforme. **Revista do Professor de Física**, v.6, n. Especial, p. 554-562, 2022.

PARREIRA, J. Um curso de Mecânica com o uso do programa de videoanálise *Tracker*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, p. 980-1003, 2018.

PENA, F.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de Física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 1-13, 2011.

PERES, M. **Ensino de Física Moderna e Contemporânea baseado em atividades de laboratório mediadas pela utilização de um software de videoanálise e modelagem**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

PERES, M.; LENZ, J.; BEZERRA JR, A.; BORDIN, G. A produção de um material utilizando o *software Tracker* para abordagem do experimento da difração de elétrons. **Revista Comunicações**, v. 28, p. 71-93, 2021.

PERES, M.; BORDIN, G.; LENZ, J.; BEZERRA JR, A. A produção de um material, utilizando o *software Tracker* para abordagem do experimento da difração de elétrons. In: Encontro Internacional “A Voz dos Professores de Ciências e Tecnologia?” (VPCT 2020), 2020, Vila Real - Portugal. Relatos e investigação de práticas de ensino de Ciências e Tecnologia - **Atas do Encontro internacional “A Voz dos Professores de C&T” (VPCT 2020)**, p. 477-477, 2020.

PERES, M.; BORDIN, G.; BEZERRA JR, A. Videoanálise com o *software Tracker* e formação de professores. In: IV Congresso Ibero-Americano de Humanidades, Ciências e Educação, 2021, Criciúma. **Anais do Congresso Ibero-Americano de Humanidades, Ciências e Educação**, 2021.

PERES, M.; ADAM, S.; SANTOS, T.; LENZ, J.; SAAVEDRA, N.; BEZERRA JR, A. Articulated Video Production Between Teachers and Training Teachers as a Proposal for the Teaching of Modern and Contemporary Physics. **Revista Acta Scientiae**, v. 22, p. 159-184, 2020.

PERES, M.; SANTOS, T.; CONCEIÇÃO, S.; COSSI JR, O.; MELLO, A.; LENZ, J.; SAAVEDRA, N.; BEZERRA JR, A. Videoanálise e Física Moderna: uma abordagem didática do experimento de Millikan. In: **III Congresso Latinoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias**, Montevideo - Uruguay. III CLIDC, 2016.

PÉREZ, C.; OLIVEIRA, A.; JESUS, V.; SASAKI, D. Conservação do momento angular por videoanálise utilizando o brinquedo flat balls. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20200142, 2020.

POONYAWATPORNKUL, J.; WATTANAKASIWICH, P. High-speed video analysis of a rolling disc in three dimensions. **European Journal of Physics**, v. 36, n. 6, p. 065027, 2015.

PRIMA, E.; MAWADDAH, M.; WINAMO, N.; SRIWULAN, W. Kinematics Investigations of Cylinders Rolling Down a Ramp using *Tracker*. **Proceedings of International Seminar on Mathematics, Science, and Computer Science Education**, n. 1708, p. 070010-1-070010-7, 2016.

PNUD. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2020**. EUA, 2020.

QAZI, K.; MESMOOD, Z.; NAWAZ, T.; HABIB, H. Goat flock surveillance: a video analytics framework using quadcopter. **Pakistan Journal of Science**, v. 70, n. 1, p. 63-70, 2018.

RAYMOND, C. **Einstein takes up the sword**. 1933. Disponível em <<https://www.loc.gov/pictures/item/2016683178/>>. Acesso em set. de 2020.

RECURSOS EDUCACIONAIS ABERTOS. Disponível em <<https://aberta.org.br/>>. Acesso no dia 09 de abril de 2020.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. O protagonismo controverso dos mestrados profissionais em ensino de ciências. **Ciência e Educação (Bauru)**, v. 21, n. 3, p. 543-558, 2015.

RIBEIRO, D. **Sobre o óbvio**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986.

RIBEIRO, E. A perspectiva da entrevista na investigação qualitativa. **Revista Evidências**, v.1, n. 4, p. 129-148, 2008.

RIZZATTI, I.; MENDONÇA, A.; MATTOS, F.; ROÇAS, G.; SILVA, M.; CAVALCANTI, R.; OLIVEIRA, R. Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **Actio: docência em ciências**, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2020.

RODRIGUES, M.; CARVALHO, P. Teaching Optical Phenomena with *Tracker*. **Physics Education**, v. 49, n. 6, p. 671-677, 2014.

SAITO, C. Por que Investigação-ação, empowerment e as ideias de Pulo Freire se integram? *In: Investigação-Ação: Mudando o Trabalho de Formar Professores*. (p.126-135.) Ponta Grossa-PR: Gráfica Planeta, 2001.

SÁNCHEZ, M. Animaciones Modellus y videos de experiencias de laboratorio para dar un nuevo impulso a la enseñanza de la mecánica newtoniana. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.3, p. 729, 2007.

SANTOS, B. **A Cruel Pedagogia do Vírus**. Coimbra: Almedina, 2020.

SANTOS, B. **Um discurso sobre as ciências**. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, R. **Sequência didática para o ensino de cinemática através de vídeo análise baseada na teoria da aprendizagem significativa**. 2016. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2016.

SANTOS, R.; SANTOS, M.; AMORIM, E.; VILAS BÔAS, J. Tecnologias digitais na formação inicial de professores em análise: os projetos dos cursos de licenciatura em matemática do nordeste. **Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática – ReviSem**, v. 6, n. 3, p. 85-106, 2021.

SANTOSA, I. Elongation Effect on the Recorded Moving Bar Analysis Using *Tracker*. **Physics Education**, v. 57, n. 2, p. 025027, 2022.

SASAKI, D.; JESUS, V. A Simple Experiment to Determine the Moments of Inertia of the *Fidget spinner* by Vídeo Analysis. **The Physics Teacher**, v. 56, n. 9, p. 639-642, 2018.

SASAKI, D.; JESUS, V. Videoanálise do voo de um *fidget spinner*: torque e momento angular. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, p. e20190223, 2020.

SERÉ, M.; COELHO, S.; NUNES, A. O papel da experimentação no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.20, n.1, p. 30-42, 2003.

SIFUENTES, L.; RIBAS, J.; BIANCHINI, A. As TIC no cotidiano de famílias agricultoras: Apropriações e incorporações no meio rural contemporâneo. XXVIII **Encontro Anual da Compós**, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

SILVA, E. Estudo da relação entre o movimento circular uniforme e o movimento harmônico simples utilizando a videoanálise de uma roda de bicicleta. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 2, p. e2301, 2018.

SILVA, E.; ARAÚJO, A. Uma investigação sobre acoplamento de pêndulos não lineares utilizando técnicas de videoanálise. **Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada**, Ponta Grossa, v. 5, n. 2, p. 1-16, 2018.

SILVA, E.; LIMA, A. Estimando o coeficiente de atrito cinético entre duas superfícies por meio da videoanálise. **Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p. 14-27, 2019.

SILVA, E.; ARAUJO, A.; OLIVEIRA, A.; JESUS, V. Estudo simultâneo dos movimentos uniformes retilíneo e circular mediado por videoanálise. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 1, n. 2, p. 1-12, 2017.

SILVA, E.; LIMA, A. Estudo da vazão de uma fonte por meio da videoanálise: uma proposta utilizando recipientes na forma de prismas regulares. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, p. 903-911, 2017.

SILVA, E.; SANABRIA, N. Videoanálise de disparos realizados por uma catapulta caseira: uma proposta de ensino para a discussão de lançamentos oblíquos e avaliação da energia mecânica. **Revista Brasileira de Física Tecnológica Aplicada**, Ponta Grossa, v. 5, n.1, p. 14-26, 2018.

SILVA, K.; BORSSOI, A.; ALMEIDA, L. Uma análise semiótica de atividades de modelagem matemática mediadas pela tecnologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 161-183, 2015.

SIRISATHITKUL, C.; GLAWTANONG, P.; SIRISATHITKUL, Y. Digital video analysis of falling objects in air and liquid using *Tracker*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1-6, 2013.

SOBRAL, F. **Entre a educação e a ciência: um percurso acadêmico-institucional**. V. 31, n. Especial, p. 969-980, 2016.

SOFFNER, R. Tecnologia e educação: um diálogo Freire – Papert. **Tópicos Educacionais**, v.19, n.1, p. 147-162, 2013.

SOUSA, W. **A utilização de vídeo análise de sistemas físicos através do software Tracker: uma alternativa para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de tópicos de física**. 2018. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2018.

SOUZA, P. Modeling Human Gait in High School. **Physics Education**, v. 53, n. 5, p. 055022, 2018.

SUÁREZ, A.; BACCINO, D.; MARTÍ, A. An experiment to address conceptual difficulties in slipping and rolling problems. **Physics Education**, v. 55, n. 1, p. 1, 2020.

SUÁREZ, H.; HIGUERA, M.; MUÑOZ, J. Two blocks connected by a string with variable tension: A dynamic case. **Physics Education**, v. 55, n. 5, p. 1, 2020.

SUPRIYANTO, E.; MUSTIKA. The Improvement of Critical Thinking Skills Through Problem Based Learning Models Assisted by *Trackers* Video on Parabolic Movements. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 2019, n. 1, p. 012029, 2021.

SUSILAWATI, S.; SATRIAWAN, M.; RIZAL, R.; SUTARNO, S. Fluid experiment design using video *Tracker* and ultrasonic sensor devices to improve understanding of viscosity concept. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1521, n. 2, p. 022039, 2020.

THOMSON, S. **Policy Insights: Australian Students in a digital world**. Australian Council for Educational Research. v. 3, Camberwell, 2015. Disponível em <<https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1002&context=policyinsights>>. Acesso em ago. 2019.

THY, S.; IWAYAMA, T. Analysis of Interference Patterns Using a Simplified Ripple Tank, a Smartphone Camera and *Tracker*. **Physics Education**, v. 56, n. 6, p. 065025, 2021.

TOMAZZETTI, C.; BASTOS, F.; KRUG, H. Investigação-ação e formação de professores: estratégias articuladoras da prática formativa. **Revista Educação**, v. 22, n. 2, p. 109-120, 2004.

TRABACH, A.; FERRACIOLI, L. A Utilização do Diagrama V como estruturador de atividades experimentais com Vídeo-Análise em Sala de Aula de Física no Ensino Médio. **Revista do Professor de Física**, v. 4, n. 2, p. 18-40, 2020.

UNESCO-CFIT. **Harnessing Technology for Quality Teacher Training in Africa**. Disponível em <http://www.unesco.org/new/en/harare/about-this-office/single-view/news/harnessing_icts_for_quality_teacher_training_in_africa_proje/>. Acesso em ago. 2019.

UNESCO-KFIT. **ICT Transforming Education in Africa**. Disponível em <<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Nairobi/unescokfitprojectupdateapril2018.pdf>>. Acesso em ago. 2019.

UNESCO. **Positioning ICT in Education to Achieve the Education 2030 Agenda in Asia and the Pacific: Recommendations for a Regional Strategy**. Paris, França, 2018. Disponível em <<https://bangkok.unesco.org/content/positioning-ict-education-achieve-education-2030-agenda-asia-and-pacific-recommendations>>. Acesso em out. 2019.

UNESCO. **QINGDAO DECLARATION**. Qingdao, China, 2015. Disponível em <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000233352>>. Acesso em nov. 2019.

UNESCO. **SDG: Education**. 2019. Disponível em: <<https://en.unesco.org/gem-report/sdg-goal-4>>. Acesso em abril 2020.

ÜREK, H.; ÖZDEMİR, E.; CORAMIK, M. Using *Tracker* to find the minimum angle of deviation and the refractive index of a prism. **Physics Education**, v. 56, n. 3, p. 1–8, 2021.

UTFPR, **Bibliotec**, 2020. Disponível em: <<http://www.utfpr.edu.br/noticias/londrina/bibliotec>>. Acesso em 9 de abril de 2020.

VALENTE, J.; ALMEIDA, F. Visão analítica da informática na educação no Brasil: A questão da formação do professor. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.1, n. 1, p. 1-28, 1997.

VALENTE, J. **EDUCOM: A história do projeto Educom**. 2006. Disponível em: <<https://www.nied.unicamp.br/projeto/educom/>>. Acesso em abril de 2020.

VENTURA, D.; CARVALHO, P.; DIAS, M. Standing Waves in an Elastic Spring a Systematic Study by Vídeo Analysis. **The Physics Teacher**, v. 55, n. 4, p. 232-234, 2017.

VICTORINOX. Disponível em: <<https://www.victorinox.com/ch/en/History/cms/history>>. Acesso em maio de 2021.

VIOLIN, A. **O Projeto de Ensino de Física (PEF) - Mecânica I em um Curso Programado Individualizado**. In Pesquisas sobre o Ensino de Física – Resumo das Dissertações de Mestrado em Ensino de Ciências, modalidade Física, apresentadas nos anos de 1976 a 1982, org. HAMBURGER, Ernst. 1990. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/v1/arquivos_diversos/Livros-e-Estudos/Pesquisas-Sobre-o-Ensino-de-Fisica.pdf>. Acesso em set. 2020.

YUSUF, E. Using *Tracker* to Engage Students' Learning and Research in Physics. **Pertanika Journal of Science and Technology**, v. 24, n. 2, p. 483-491, 2016.

WEE, L.; CHEW, C.; GOH, G.; TAN, S.; LEE, T. Using *Tracker* as a Pedagogical Tool for Understanding Projectile Motion. **Physics Education**, v. 47, n. 4, p. 1-6, 2012.

WEE, L.; TAN, K.; LEONG, T.; TAN, C. Using *Tracker* to understand “toss up” and free fall motion: a case study. **Physics Education**, v. 50, n. 4, p. 436-442, 2015.

WEE, L.; KWANG, L. Video Analysis and Modeling Performance Task to promote becoming like scientists in classrooms. **American Journal of Educational Research**, v. 3, n. 2, p. 197-207, 2015.

WHITE, C. A comparative study of two types of ball-on-ball collision. **Physics Education**, v. 52, n. 4, p. 045013, 2017.

WRASSE, A.; ETCHEVERRY, L.; MARRANGHELLO, G.; ROCHA, F. Investigando o impulso em crash tests utilizando vídeo-análise. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 1, p. 1501, 2014.

WYREMBECK, E. Vídeo analysis with a web câmera. **The Physics Teacher**, v. 74, n. 1, p. 28-29, 2009.