

## DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE UMA OFICINA DE ENSINO DE VIDEOANÁLISE PARA PROFESSORES DE FÍSICA – UM RELATO DE EXPERIÊNCIA COM O USO DO SOFTWARE LIVRE *TRACKER*

*Development and validation of a video analysis teaching workshop for physics teachers – a report of experience with the use of Tracker open-source software*

**Giulio Domenico Bordin** [giuliobordin@alunos.utfpr.edu.br]

**Marcus Peres** [markinhuseres@gmail.com]

**Jorge Alberto Lenz** [lenz@utfpr.edu.br]

**Marcos Antonio Florczak** [florczak@utfpr.edu.br]

**Arandi Ginane Bezerra Jr.** [arandi@utfpr.edu.br]

*Universidade Tecnológica Federal do Paraná*

*UTFPR / DAFIS, Avenida 7 de Setembro, 3165. 80230-901, Curitiba, PR.*

*Recebido em: 11/06/2021*

*Aceito em: 13/11/2021*

### Resumo

Neste trabalho, é apresentada uma revisão do uso da videoanálise no Brasil e são relatados resultados de uma oficina de formação de professores visando à utilização da videoanálise enquanto tecnologia educacional mediadora da realização de atividades experimentais de Física em sala de aula, a partir dos referenciais de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), Recursos Educacionais Abertos (REA), experimentação e formação continuada de professores. A oficina de videoanálise baseou-se na utilização do programa livre *Tracker* e foi validada por meio de registros em diário de bordo e da aplicação de questionários voltados a avaliar a usabilidade do programa e a intenção dos participantes em utilizar o *Tracker* nas aulas de Física. Constatou-se que os professores consideram o *Tracker* um programa de fácil instalação e uso. Além disso, verificou-se que o curso inspirou os participantes a levar a videoanálise para a sala de aula. O modelo de oficinas desenvolvido tem o condão de ser aplicado tanto na formação continuada quanto na formação inicial e constitui o produto associado à dissertação de um mestrado profissional. Este produto está disponível no repositório institucional da universidade e é aberto à comunidade.

**Palavras-chave:** TDIC; videoanálise; Tracker; Ensino de Física; oficinas de ensino

### Abstract

In this work, a review of the use of video analysis in Brazil is presented and the results of a teacher training workshop are presented, aiming at the use of video analysis as an educational technology that mediates the realization of experimental Physics activities in the classroom, based on the references of Digital Information and Communication Technologies (TDIC), Open Educational Resources (OER), experimentation and continuing education for teachers. The video analysis workshop was based on the use of *Tracker* open-source software and was validated through logbook records and the application of questionnaires aimed at evaluating the program's usability and the participants' intention to use the *Tracker* software in Physics classes. Our results indicate that teachers consider *Tracker* an easy-to-install and easy-to-use software. In addition, it was found that the course inspired participants to take video analysis to the classroom. The developed workshop model has the potential to be applied both in continuing education and in the initial training of Physics teachers, and constitutes the product associated with a professional master's thesis. The thesis-related product is available at the university's institutional repository and is open to the community.

**Keywords:** ICT; video analysis; Tracker; physics teaching; teaching workshops

## 1 Introdução

Este artigo tem como objetivo apresentar uma visão geral do uso da videoanálise no Brasil, bem como relatar resultados de oficinas de formação de professores para utilização da videoanálise enquanto tecnologia educacional mediadora da realização de atividades experimentais de Física em sala de aula. Para isso, é dada ênfase ao uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e do conceito de recurso educacional aberto (REA) (ANGOTTI, 2015), por meio do programa *Tracker*, voltado ao que se convencionou nomear videoanálise (BEZERRA-JR *et al.*, 2012).

Em resumo, a vídeoanálise permite ao professor a elaboração de atividades experimentais compatíveis com o tempo didático da sala de aula e afins às diretrizes curriculares de aulas de Ciências e de Física, abarcando os anos finais do Ensino Fundamental, o Ensino Médio e mesmo o Superior – e abrindo um campo de oportunidades tanto para o Ensino de Física e de Ciências quanto para a Pesquisa em Educação em Ciências (DIAS; VIANNA & CARVALHO, 2018). Por meio da vídeoanálise, pode-se estudar, com viés experimental – a partir do conceito de experimentação, com inspiração construtivista (PINHO ALVES, 2000; 2004) –, os mais diversos assuntos envolvendo o movimento, desde o campo da Mecânica: movimento retilíneo, movimento parabólico, leis de Newton, conservação do momento e da energia, movimento envolvendo forças dissipativas etc. (BEZERRA-JR *et al.*, 2012; SIRISATHITKUL *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2019; SOUZA; DA SILVA & BALTHAZAR, 2019) até conteúdos referentes à Astronomia e à Física Moderna (PERSSON, 2013; BELLONI; CHRISTIAN & BROWN, 2013; BEZERRA JR *et al.*, 2015). Para isso, faz-se necessária a incorporação e a utilização de câmeras fotográficas, telefones celulares e computadores aos ambientes educacionais. Neste contexto, o programa *Tracker* representa um importante REA porque permite a realização da vídeoanálise num ambiente de tecnologias livres compatíveis com a realidade educacional brasileira (SAAVEDRA FILHO *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

O projeto “Vídeoanálise no Ensino de Física” tem sido desenvolvido no âmbito de um programa de pós-graduação (mestrado e doutorado profissional) na área de Ensino, voltado à formação de professores, aspirando a produzir significativas contribuições para o ensino em nível local e nacional; os resultados aqui apresentados fazem parte de uma pesquisa de mestrado validada e que resultou em um produto que são as próprias oficinas de formação de professores, tendo em vista divulgar e difundir a utilização de videoanálise em sala de aula, bem como expandir as potencialidades de uso desta tecnologia.

Para embasar o trabalho, foi inicialmente realizada uma revisão sistemática de literatura acerca da videoanálise. Assim, foram analisadas publicações no período de 2001 a 2018 realizadas em periódicos nacionais e internacionais referentes à área de Ensino, bem como bancos de Teses e Dissertações, com as palavras-chave “videoanálise”, “vídeo-análise” e “*Tracker*”. Procedeu-se, então, um levantamento objetivo das diversas abordagens envolvendo a tecnologia em tela, incluindo uma listagem de assuntos e temas da Física abordados, bem como metodologias e avaliações de uso em sala de aula. No processo, foi possível verificar que, do ponto de vista quantitativo, a totalidade dos artigos publicados nas fontes nacionais escolhidas é inferior à metade do número encontrado em apenas uma única revista norte-americana (*The Physics Teacher*) voltada ao Ensino de Física (vide seção 3.1). Sendo o *Tracker* um REA, uma ferramenta de software livre e já traduzido para a língua portuguesa, chama atenção este aparente déficit na produção científica brasileira. Portanto, o projeto foi orientado com a dupla perspectiva de: 1- buscar conhecer melhor os caminhos tomados pela pesquisa brasileira com relação à videoanálise e 2- elaborar intervenções para divulgar, estimular e popularizar o uso da videoanálise, particularmente envolvendo o programa *Tracker*, daí a proposta da oficina de formação de professores enquanto produto do mestrado. Destaca-se aqui, portanto, a importância do produto associado à dissertação, produto este que é um dos elementos centrais do mestrado profissional (RIZZATTI *et al.* 2020).

## 2 TDIC, REA, *Tracker* e Ensino de Física

A educação brasileira passa por mudanças significativas em suas estruturas, com a apresentação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O documento visa fornecer parâmetros básicos para formar os estudantes da educação básica do Brasil. No que diz respeito às ciências da natureza, a terceira competência, para o Ensino Médio, apresentada na BNCC tem como enunciado:

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) (BRASIL, 2019, p. 553).

Portanto, como ponto de partida, a discussão em torno da produção e aplicação de materiais ligados às TDIC torna-se pertinente, bem como uma análise de sua utilização nos documentos oficiais e periódicos. De fato, a partir do uso de tecnologias, conceitos abstratos de Física podem ser mais bem representados e trabalhados em sala de aula, dado que estratégias de ensino mediadas por estas tecnologias da informação e comunicação podem estimular uma melhor compreensão dos conteúdos:

Particularmente, ao estudar as disciplinas de Física, os estudantes se deparam com conceitos abstratos que, via de regra, são apresentados através de uma metodologia essencialmente verbal, o que, com frequência, ocasiona desmotivação e insucesso em seu aprendizado. As novas tecnologias da informação e comunicação – TICs – podem contribuir para o delineamento de estratégias que envolvam o aluno, promovendo um melhor entendimento do conteúdo. Tais tecnologias permitem, por exemplo, realizar experimentos simulando situações reais com precisão, os quais, provavelmente, só seriam possíveis em laboratórios muito bem equipados. Entre outras coisas, possibilitam também a modelagem das variáveis físicas de um problema e o estabelecimento de relações entre essas variáveis (PEDUZZI *et al.*, 2012, p. 359).

Contudo, apesar da importância das TDIC, Peduzzi e colaboradores (2012) destacam que os resultados das pesquisas na área ainda estão pouco presentes na sala de aula. Ademais, segundo ALVARENGA (2018, p. 27), há uma preocupação crescente de “adotar estratégias que envolvem não apenas o uso da TDIC pelo professor, mas também pelo aluno”. Portanto, existe um desafio de levar estas tecnologias ao dia a dia da escola. Num contexto ainda mais amplo, de acordo com a UNESCO, a inserção de TDIC na escola é fundamental porque:

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

Assim, o uso de TDIC em sala de aula também está inserido num processo de formação cidadã que, no caso do Ensino de Física, combina o acesso à compreensão dos fenômenos físicos ao próprio acesso à tecnologia. A propósito, analisando-se alguns relatórios institucionais internacionais, fica clara a necessidade de serem implementadas medidas para o fortalecimento do uso de TDIC, incluindo: investir na qualificação de professores e na aquisição de equipamentos (UNESCO-CFIT, 2019; UNESCO-KFIT, 2019); melhor qualificar os materiais ofertados (THOMSON, 2015); e potencializar o envolvimento dos protagonistas do processo de ensino e aprendizagem (EUROPEAN COMMISSION, 2013).

Ao problematizar a questão de como utilizar o computador em sala de aula, Fiolhais e Trindade (2003) destacam diversas possibilidades e maneiras, por exemplo: a aquisição de dados por computador, a modelização e a simulação. Estes autores também chamam a atenção para a necessidade de articular tecnologias e o uso do computador com “meios pedagógicos modernos”:

São conhecidas as dificuldades que muitos alunos apresentam na compreensão dos fenômenos físicos. Entre as razões do insucesso na aprendizagem em Física são apontados métodos de ensino desajustados das teorias de aprendizagem mais recentes assim como falta de meios pedagógicos modernos. A necessidade de diversificar métodos para combater o insucesso escolar, que é particularmente nítido nas ciências exactas, conduziu ao uso crescente e diversificado do computador no ensino da Física. O computador oferece actualmente várias possibilidades para ajudar a resolver os problemas de insucesso das ciências em geral e da Física em particular (FIOLHAIS & TRINDADE, 2003, p. 1).

Os autores aprofundam a discussão apontando relações entre o uso do computador e avanços na educação, demarcando que a aplicação da informática no ensino pode “resumir-se a três períodos, acompanhando a evolução das principais teorias de aprendizagem” (FIOLHAIS & TRINDADE, 2003), a saber: 1- o Behaviorismo, baseado no estudo de comportamentos observáveis e mensuráveis dos alunos e que considera a mente como uma “caixa preta”, no sentido em que responde a estímulos que podem ser observados e medidos, não interessando os processos mentais no seu interior e “sendo mesmo dispensável a intervenção do professor”; 2- a Teoria Cognitiva, baseada nos processos mentais que estão na base do comportamento e na qual as mudanças observadas no comportamento do aluno são tomadas como indicadores sobre os processos que estão a desenrolar na sua mente, preconizando que a aprendizagem resulta “de uma estruturação gradual dos conhecimentos efectuada pelo instruendo”, tendo sido o primeiro passo para uma educação baseada no respeito pela individualidade; e 3- a Teoria Construtivista, segundo a qual cada aluno constrói a sua visão do mundo através das suas experiências individuais, considerando que “a promoção nos alunos da capacidade de prever qualitativamente o decorrer dos fenômenos é mais importante do que a manipulação de fórmulas”. Neste caso, a chave seria propiciar múltiplas representações da realidade, apresentar tarefas contextualizadas e propiciar a análise de situações em ambientes reais de aprendizagem, em vez de sequências meramente esquemáticas. Daí a importância de atividades experimentais em sala de aula, aliadas às tecnologias e a propostas de ensino metodologicamente significativas (CASTILHO *et al.*, 2020). Decorre, portanto, a ideia de que as TDIC, aliadas a abordagens construtivistas, sejam portadoras de grande potencial para um significativo envolvimento dos alunos nas atividades de ensinar e aprender.

No contexto do presente trabalho, pretende-se ampliar o uso das TDIC, dando ênfase a projetos de ensino utilizando videoanálise com o *Tracker*, tendo em vista a elaboração de atividades investigativas de viés construtivista e favorecendo processos de modelagem científica. Aqui, a modelagem científica consiste na elaboração de estratégias didáticas caracterizadas pelo estabelecimento de relações entre o mundo abstrato (ideal) e o mundo concreto (real), ou seja, articular, via videoanálise, conexões entre teoria física e realidade, entre a realização de experimentos e a elaboração de modelos, num contexto de participação dos estudantes em atividades investigativas (BRANDÃO *et al.*, 2008; SAAVEDRA FILHO *et al.*, 2017). Com isso, busca-se contribuir para incrementar as pesquisas sobre TDIC e, mais particularmente, ampliar e aprofundar a pesquisa específica envolvendo videoanálise e o programa *Tracker*.

## 2.1 Recursos Educacionais Abertos

Ainda que seja dada uma centralidade ao uso de TDIC, é preciso ter em mente que, no contexto das escolas públicas, quando há limitação de recursos materiais, deve-se buscar alternativas que conjuguem qualidade e potencial de aplicação, daí a importância dos REA. Segundo Angotti (2015), o Brasil tem posição de destaque no cenário mundial do software livre, o que se deve a:

um processo iniciado por desenvolvedores independentes e universidades, posteriormente apoiados pelos governos estaduais e federal. A forma inovadora da tecnologia informática

livre de disponibilizar recursos para o acesso, a produção e a disseminação do conhecimento científico tecnológico permitem a constituição de uma possibilidade concreta de ação cultural para a liberdade na atividade pedagógica, em particular, no ensino de física (ANGOTTI, 2015, p. 23).

O conceito de REA pode ser empregado em diversas áreas, contudo, no campo da educação, cabe destacar que:

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 recombinada 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 (APRENDIZAGEM ABERTA, 2020, p. 1).

Justifica-se assim que, no conjunto da educação brasileira, os REA têm papel importante a desempenhar e surgem como peça fundamental na relação pesquisa-aplicação pelo seu potencial baseado em quatro características: uso, aprimoramento, recombinação e distribuição (PERES, 2016). Neste contexto, a videoanálise com o *Tracker* constitui um exemplo de como levar um REA para a sala de aula a fim de incrementar o Ensino de Física, tanto para os alunos quanto para a própria formação de professores, contribuindo com professores usuários de tecnologias livres e REA. A pesquisa associada ao *Tracker*, então, surge como referência de qualidade, incluindo exemplos de uso em sala de aula, reflexões críticas e iniciativas embasadas nos referenciais de pesquisa em Ensino, processo capaz de difundir trabalhos relevantes validados e de produzir inovações para a sala de aula.

## 2.2 Videoanálise: o *Tracker* enquanto TDIC e a Experimentação no Ensino

Para situar a videoanálise, sugere-se considerar a quinta competência geral da BNCC, que ressalta que os estudantes dos anos finais e médio devem:

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, 2019, p. 9).

De fato, é importante incentivar a utilização de tecnologias, para estimular a participação e a autonomia dos estudantes. Neste contexto, o software *Tracker* permite mobilizar os estudantes para realizar análise de vídeos feitos com câmeras de celulares ou máquinas digitais, o que estimula seu protagonismo. Trata-se de um software livre ligado ao projeto *Open Source Physics* (que visa ao desenvolvimento de programas de código aberto para o Ensino de Física), que é de fácil aprendizagem e seu uso na obtenção de informações importantes em experimentos é relativamente simples (BEZERRA JR *et al.*, 2012). O *Tracker* cumpre múltiplas funções (investigar situações-problema, confeccionar e analisar gráficos, elaborar e testar modelos, refletir sobre a prática experimental, dentre outras) no processo de ensino-aprendizagem, pois permite tornar o aluno um protagonista do processo e não somente um expectador daquilo que faz o professor. Os alunos podem, então, estudar movimentos reais que foram anteriormente filmados e transformados em material didático (DIAS *et al.* 2018) e acompanhar a evolução das grandezas físicas para realizar modelagens. Além disso, o programa é um REA com potencial de inserção na realidade educacional brasileira, particularmente no contexto de escassez de laboratórios didáticos e da dificuldade de sua manutenção em escolas públicas (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Considerando essa falta de laboratórios de Física nas escolas, a videoanálise se justifica, pois, além da sua relativamente fácil manipulação, basta o acesso a smartphone com câmera e computador com o *Tracker* instalado para executar as primeiras experiências que, ademais, podem ser realizadas com artefatos do dia a dia dos alunos (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Tendo em vista as notas estatísticas do Censo Escolar de 2016 produzido pelo INEP (2017), nas escolas (municipais, estaduais e particulares) que possuem os anos finais do ensino fundamental, os laboratórios de informática estão disponíveis em 67,8%, enquanto em somente 25,2% existem laboratórios de Ciências. No mesmo estudo estatístico, porém aplicado às instituições que oferecem ensino médio, incluindo as que possuem ensino médio técnico integrado, o laboratório de informática está presente em 82,7% delas, enquanto somente 51,3% oferecem laboratórios de ciências.

Segundo Jorge e colaboradores (2015, p. 127), no estado do Paraná, a Secretaria de Estado da Educação (SEED), juntamente com o FNDE, forneceu a escolas do estado 376 laboratórios, totalizando 158 estabelecimentos em 89 municípios, sendo destes: 76 de Biologia, 54 de Física, 85 de Química, 64 de Matemática e 97 de Informática. (TORRES JUNIOR, 2014). Torres Junior (2014) também destaca outros pontos relevantes: os dados apresentados na pesquisa com estudantes mostram que cerca de 50% nunca tiveram aula de laboratório e, considerados os laboratórios de Física, Matemática, Química e Biologia, somente 10% afirmaram ter aulas com alguma frequência; já na pesquisa com professores, entre 10% a 23% afirmaram não utilizar os laboratórios das escolas, o que difere do percentual de estudantes (50%); e 25% dos professores disseram ministrar aulas de laboratório apenas uma vez ao mês ou uma vez no bimestre. Esta pesquisa realizada sobre a utilização dos laboratórios mostra que algumas escolas apresentam materiais e equipamentos devidamente instalados, porém, revela que, quando existem, os laboratórios não estão sendo, de fato, utilizados e que alguns estão praticamente ociosos, tanto que muitos alunos não sabem da existência daqueles espaços. Logo, fica claro que as implantações dos laboratórios nas escolas não necessariamente significam que as aulas experimentais irão acontecer, remetendo a um conjunto de fatores tais como excesso de alunos por sala, falta de incentivo aos professores, falta de um laboratorista, fora a dificuldade dos próprios professores no manuseio dos materiais e na condução de atividades de laboratório, fato que, por sua vez, remete à necessidade de formação continuada.

Nota-se, então, que existe um baixo índice de aulas de laboratório e que há possivelmente dois fatores principais associados a esse déficit: a disponibilidade de espaços/infraestrutura e a necessidade de mais oportunidades de formação continuada de professores. Além disso, percebe-se que existe um estímulo maior à existência de laboratórios de informática nas escolas públicas, o que corrobora a proposta do presente trabalho, dado que a videoanálise com o *Tracker* pode ser realizada com suporte de laboratórios de informática (que assim passam a servir também à disciplina de Física), desembocando na importância da formação de professores versados no uso desta TDIC. Além disso, projetos de formação que apresentem metodologias específicas – incluindo cursos sobre como usar tecnologias e exemplos específicos de como usá-las em sala de aula –, têm o potencial de estimular uma melhor utilização dos espaços disponíveis. É também com este viés que a videoanálise com o *Tracker* se apresenta para o Ensino de Física.

Todavia, de acordo com o trabalho de Benitti e colaboradores (2005), os softwares educacionais existentes – em sua grande maioria – possuem problemas que dificultam a sua utilização, dentre eles a falta de uma base pedagógica que fundamente sua construção e uso. Sendo assim, é preciso ter em mente que não basta utilizar TDIC, ou seja, qualquer trabalho nesta área deve incorporar uma perspectiva pedagógica e, se possível, envolver a formação de uma equipe multidisciplinar de desenvolvimento, incluindo um processo de validação, bem como a formação docente. Há aqui forte ressonância com uma das principais discussões da área de Ensino no tocante à modalidade profissional: a compreensão sobre o Produto Educacional e sua validação, considerando os critérios adotados pela CAPES (RIZZATTI *et al.*, 2020).

Para complementar, a fim de qualificar a utilização da videoanálise com o software *Tracker* em sala de aula e de particularizar o presente trabalho, importa estabelecer e demarcar diferenças entre os conceitos de “experiência” e de “experimentação”: o primeiro tem a ver com uma interação imediata do ser humano com seu meio ambiente, implicando explicações prévias do mundo que não são modificadas facilmente (PINHO ALVES, 2000) e que, por isso, interferem no aprendizado; a

experimentação, por sua vez, é uma atividade metódica estruturada e elaborada tendo em vista a construção do conhecimento científico. É neste sentido, mediado pelo conceito de experimentação – e da intencionalidade aí implicada – que o uso do laboratório didático pode ser combinado a estratégias de apresentação, organização e problematização do pensamento científico.

Dentre as diversas possibilidades que favorecem a experimentação, destaca-se o Laboratório Divergente ou Não-Estruturado (PINHO ALVES, 2004), que possibilita ao aluno trabalhar com procedimentos físicos reais (“agir como cientista”), oportunizando a resolução de problemas abertos, contrastando com o Laboratório Tradicional, este associado a uma aprendizagem mecânica e, por conseguinte, menos crítica. No processo da experimentação, também se busca familiarizar os alunos com equipamentos experimentais e técnicas de medida, visando à construção dos conceitos científicos, incluindo a modelagem científica (SAAVEDRA FILHO *et al.*, 2017). Este é um tópico que recebe destaque na Base Nacional Comum Curricular:

Os processos e práticas de investigação merecem também destaque especial nessa área. Portanto, a dimensão investigativa das Ciências da Natureza deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (BRASIL, 2019, p. 550).

É também neste contexto que a videoanálise com o *Tracker* pode ampliar o leque de opções em sala de aula por parte do professor (BEZERRA JR *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2019). Além disso, o uso de tecnologia articulado a metodologias de ensino por investigação remete ao desenvolvimento de habilidades importantes para promover a alfabetização científica (DIAS; VIANNA & CARVALHO, 2018), e o presente trabalho ressoa esta perspectiva.

### 2.3 Formação Continuada de Professores

A formação continuada de professores é assegurada na LDB, sendo mencionada nos seguintes artigos:

Art. 67. Os sistemas de ensino promoverão a valorização dos profissionais da educação, assegurando-lhes, inclusive nos termos dos estatutos e dos planos de carreira do magistério público:

II - aperfeiçoamento profissional continuado, inclusive com licenciamento periódico remunerado para esse fim;

Art. 87...

III - realizar programas de capacitação para todos os professores em exercício, utilizando também, para isto, os recursos da educação a distância (BRASIL, 1996, p. 30).

Portanto, a formação continuada deve fazer parte da rotina docente e estar em constante evolução e aperfeiçoamento. Na Europa, interessantemente, ao mesmo tempo em que se destaca a importância da qualificação do professor e se mostra que a utilização de TDIC é diretamente proporcional às condições ofertadas, grande parte dos docentes limita-se a apenas utilizar as tecnologias para funções mais simples, tais como pesquisas em buscadores e confecção de apresentações (EUROPEAN COMMISSION, 2017). Isso tem relação com as oportunidades e o grau de confiança do docente, visto que um professor mais seguro em suas habilidades tende a fazer um uso mais competente em sala de aula (THOMSON, 2015). No Brasil, o uso das TDIC é particularmente afetado pela falta de estrutura física e por obstáculos na formação continuada dos professores que, em sua maioria, não possuem formação específica para a inclusão das TDIC nas atividades docentes (MACHADO & DE JESUS RAMOS, 2019). Daí a necessidade de uma atualização permanente para o exercício da profissão docente, “sendo condição fundamental o domínio de recursos digitais” (MACHADO, 2016).

Neste contexto, a videoanálise com o *Tracker* é uma TDIC com potencial de ser incorporada em atividades de formação de professores, por exemplo, em cursos de formação que buscam ampliar o leque e a complexidade de recursos e estratégias educacionais utilizados pelos docentes.

### 3 Aspectos Metodológicos e Resultados comentados

Em termos gerais, esta pesquisa tem caráter qualitativo, pois busca avaliar relações e recolher discursos dos sujeitos para proceder, então, uma interpretação, analisando relações de significado e considerando que

há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números... O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva... O processo e seu significado são os focos principais de abordagem. (SILVA & MENEZES, 2005, p. 20.)

A natureza da pesquisa, por sua vez, é aplicada, pois “tem o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigida à solução de problemas específicos” (SILVA & MENEZES, 2005). Sendo assim, o processo tem início em uma busca do tipo “revisão sistemática de literatura” sobre o *Tracker*, para aprofundamento do tema, para conhecer o que já foi desenvolvido através de artigos, dissertações e teses. Outro elemento do percurso metodológico é a articulação entre referenciais teóricos (já esboçada na seção 2): TDIC, REA, videoanálise e o *Tracker*, experimentação no ensino, e formação de professores. Na sequência, em diálogo com o referencial teórico, houve a construção de um modelo de aplicação de oficinas de videoanálise, resultando no Produto Educacional de um Mestrado Profissional, disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5124>.

Então, optou-se por um formato de oficinas de ensino que fosse compatível com o princípio de ensino por investigação e a experimentação ancorados em atividades investigativas, para oportunizar aos participantes uma experiência de construção do conhecimento de forma coletiva: as oficinas têm uma abordagem centrada no aprendiz e na aprendizagem e não no professor que coordena a oficina.

Por fim, o projeto de pesquisa foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa e as oficinas foram efetivamente realizadas. Para validação, foram utilizados instrumentos de coleta de dados, tais como questionários e diário de campo, a fim de registrar as impressões dos participantes e os desdobramentos da experiência que pudessem ser incorporados à estrutura das oficinas, com o objetivo de aperfeiçoá-las.

#### 3.1 A revisão sistemática de literatura

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

Esta intensificação de publicações gera inquietações e questionamentos como: Quais são os temas mais focalizados? Como estes têm sido abordados? Quais as abordagens metodológicas empregadas? Quais contribuições e pertinência destas publicações para a área? (ROMANOWSKI & ENS, 2006, p. 38).

Desta forma, justifica-se a realização de estudos de Revisão Sistemática de Literatura. No caso específico do presente trabalho, para realização desta pesquisa, foram utilizados os seguintes parâmetros de busca no Google Acadêmico: i) delimitação do período de 2001 a 2018; ii) definição das revistas e repositórios nacionais de busca; iii) definição das palavras-chave “videoanálise”, “vídeo-análise” e “Tracker” para busca de artigos, teses e dissertações.

O universo de busca é formado pelos artigos e dissertações encontrados nas seguintes fontes: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, Acta Scientiae, Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, RENOTE - Revista Novas Tecnologias na

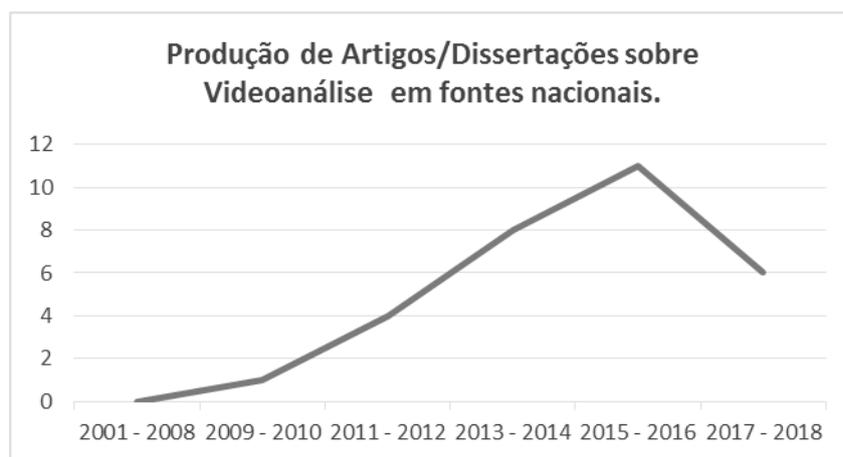
Educação, Revista da ABENGE, Física na Escola (SBF) e ABAKÓS. A escolha foi feita com base na importância destas fontes (relevância na base Qualis da Capes e histórico de publicações na área a ser analisada). Além dos artigos em periódicos, bases de dados de universidades brasileiras e do MNPEF (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) também foram utilizadas na busca de dissertações e teses. Na Tabela 1, é apresentada uma visão geral destes resultados, contendo os números totais de trabalhos encontrados.

**TABELA 1:** Artigos e Dissertações sobre videoanálise, por ano

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

Fonte: Os autores.

De acordo com a Tabela 1, os artigos relacionados à videoanálise, no Brasil, começam a ser publicados entre 2009 e 2010. É importante salientar que, no ano de 2009, foi publicado na revista *The Physics Teacher* o primeiro artigo sobre o *Tracker* (BROWN & COX, 2009). Analisando a tabela, percebe-se que tem havido um crescente interesse na academia brasileira pela pesquisa do tema videoanálise, com aumento significativo de trabalhos a partir de 2013. Esta tendência pode ser mais bem visualizada no gráfico da Figura 1.



**Figura 1:** Visualização gráfica do crescimento das pesquisas sobre o tema “videoanálise” (vide Tabela 1).

Fonte: Os autores.

Na Tabela 2, são apresentados os periódicos nos quais o tema videoanálise vem sendo explorado, de modo a que algumas das fontes de informação mais significativas referentes ao assunto possam ser identificadas.

**TABELA 2:** Videoanálise em periódicos nacionais

<b>Fonte</b>	<b>Quantidade</b>
<i>ABAKÓS</i>	1
<i>Acta Scientiae</i>	2
<i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i>	4
<i>Física na Escola - SBF</i>	1
<i>MNPEF</i>	2
<i>Repositório UTFPR</i>	6
<i>Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia</i>	3
<i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i>	11

Fonte: Os autores.

Do ponto de vista qualitativo, os artigos e dissertações apresentados foram associados aos mais diversos tópicos de Física, tais como: Cinemática, Dinâmica, Estática, Hidrodinâmica, Ondulatória, Hidrostática, Óptica, Física Matemática, Física Moderna, Eletricidade e Magnetismo além de Física de Partículas. Portanto, reforça-se o conceito de que a videoanálise tem potencial para ser um forte apoio didático, principalmente com a utilização do *Tracker* enquanto REA. Esta última afirmação, de que o *Tracker* é o principal software utilizado para a videoanálise, baseia-se no fato de que em 90% dos artigos analisados, utiliza-se o *Tracker*.

Desta forma, um dos objetivos iniciais deste projeto de pesquisa foi parcialmente obtido: realizar um mapa de uso da videoanálise no Brasil. Neste momento, tendo em vista as especificidades de um projeto de mestrado, a pesquisa concentrou-se unicamente em artigos, dissertações e teses direcionadas à videoanálise em bases nacionais, porém, a pesquisa está sendo expandida para bases internacionais, incluindo periódicos tais como: *The Physics Teacher*, *American Journal of Physics*, *Physics Education*, *Latin-American Journal of Physics Education* e *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Preliminarmente, é possível apresentar um dado interessante: uma pesquisa no banco de dados da revista *The Physics Teacher* com as palavras-chave “video”, “analysis”, “software” e “Tracker” conduz a 72 trabalhos no período 2001 a 2018, sendo que a maioria destes trabalhos se refere a utilizações possíveis da videoanálise em atividades para o ensino de Física, ou seja, apenas uma revista internacional apresenta mais que o dobro dos trabalhos reunidos na pesquisa realizada nas bases nacionais.

Para facilitar o arquivo e análise dos trabalhos, foi elaborado um Catálogo Web, reunindo os Artigos, Dissertações e Teses – incluindo títulos, resumo, palavras-chave, autores e fontes. Este catálogo constitui um portal de referência para facilitar o acesso da comunidade aos trabalhos relacionados à videoanálise, incluindo sugestões de uso, planos de aula e chats de discussão para fomento de uma comunidade de professores-usuários. Na Figura 2, é apresentado um detalhe do catálogo, que é parte integrante do produto desenvolvido para subsidiar os cursos de formação. Nesta figura, ficam evidentes alguns dos recursos disponíveis e são apresentados, a fim de ilustração, apenas

alguns dos trabalhos que fazem parte do conjunto obtido na pesquisa de revisão sistemática de literatura.

Título	Resumo	Complemento	Data	Autores	Fonte	Ação
Videoanálise com o software livre Tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton	A utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino de...	Palavras-chave: Videoanálise. Tracker. Atividades experimentais em Física. Tecnologias de informação e comunicação. Softwares livres.	2012-04-01	Arandi Ginane Bezerra Jr, Leonardo Presoto de Oliveira, Jorge Alberto Lenz, Nestor Saavedra	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	
Um curso de Mecânica com o uso do programa de vídeo-análise Tracker	Neste texto serão apresentados diversos experimentos que podem ser feitos com o...	Palavras chave: Tracker; vídeo-análise; ensino de Física	2017-10-01	Júlia Esteves Parreira	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	
CICLOS DE MODELAGEM: UMA PROPOSTA PARA INTEGRAR ATIVIDADES BASEADAS EM SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS E ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA	Neste trabalho, defendemos o desenvolvimento de ciclos de modelagem, conduzidos ...	Palavras-chave Modelagem; Ciclos de modelagem; Atividades experimentais; Atividades computacionais	2012-01-01	Leonardo Albuquerque Heidemann	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	
Análise digital de vídeos de objetos em queda no ar em líquidos usando Tracker	Movimentos de queda de objetos no em meios líquidos foram registrados por uma c...	Keywords : câmara digital; análise de vídeo; força de arrasto; Tracker.	2011-12-17	SIRISATHITKUL, C.; GLAWATANONG, P.; EADKONG, T.	R.B.Ensino de Física and SIRISATHITKUL, Y.	
A descrição do funcionamento de um motor Homopolar linear e suas aplicações: Ilustrando o funcionamento de um acelerador de partículas	Neste trabalho exploramos o potencial didático de um motor homopolar linear com...	Keywords : Ímã de neodímio; motor elétrico linear; tracker; acelerador de partículas.	2015-12-15	Adriano Doff, Romeu M. Szmoki	R.B.Ensino de Física	
Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do "Tracker"	A tecnologia tem permitido a obtenção de dados experimentais de forma mais rápida...	Keywords : oscilações amortecidas; "Tracker"; análise de erros; momento de inércia.	2014-11-03	BONWENTI JR., Waldemar and ARANHA, Norberto.	R.B.Ensino de Física	
As múltiplas faces da dança dos pêndulos.	A dança dos pêndulos é o fascinante movimento de um conjunto de pêndulos sim...	Keywords : videoanálise; pêndulo; tracker.	2014-05-20	JESUS, V.L.B. de and BARRROS, M.A.J.	R.B.Ensino de Física	

**Figura 2:** Detalhe do “Catálogo WEB”, com vistas à criação de um portal destinado ao fomento de uma comunidade voltada ao uso da videoanálise no Ensino de Física.

Fonte: Os autores.

### 3.2 Oficinas de Ensino de Videoanálise, construção e aplicação

A opção por oficinas surgiu pela praticidade da sua aplicação, bem como pela modularidade do seu formato. Deve haver um planejamento inicial, todavia, é importante reconhecer que as oficinas, por sua dinâmica intrínseca, ganham forma durante sua execução, pois assumem abordagens diferenciadas de acordo com o público participante e as circunstâncias (por exemplo, a disponibilidade de computadores, câmeras e equipamentos para os experimentos). Portanto, o planejamento prévio deve ser maleável o suficiente para que esta característica seja levada em conta. Do ponto de vista organizacional, são escolhidas e propostas algumas atividades iniciais para, a partir de uma negociação com os participantes, estabelecer novas atividades e tarefas ao longo das oficinas. Assim se dá a produção de materiais, a execução de experimentos e a reflexão crítica a respeito do que foi desenvolvido.

As técnicas utilizadas são bastante variadas, inclusive, propõe-se que os trabalhos sejam feitos em grupos para promover a interação entre os participantes, sempre com foco na prática crítica e na experimentação, logo, a construção de conhecimento e as atividades decorrem das habilidades, interesses, necessidades, valores e julgamentos dos participantes, adequando assim o formato da oficina ao público. Como ponto de partida para a realização de uma oficina, concentraram-se esforços na elaboração de uma sequência didática, juntamente com um roteiro experimental que abordasse vários conteúdos passíveis de serem apresentados e realizados em uma única aula prática. A proposta contempla três encontros de aproximadamente duas horas, totalizando seis horas de carga horária total para a oficina. Esta estrutura elaborada está descrita esquematicamente na Figura 3.



**Figura 3:** Estrutura da Oficina de Formação em Videoanálise.  
Fonte: Os autores.

Inicialmente, os participantes recebem uma série de materiais, incluindo o acesso ao programa *Tracker*, artigos e links associados à videoanálise. É feita uma apresentação introdutória de 15 minutos e, na sequência, é realizado um experimento simples (o experimento de Queda-Livre). Este primeiro experimento serve de ilustração para a realização passo-a-passo de uma atividade de videoanálise. Em princípio, recomenda-se que haja dois instrutores para atuar no primeiro encontro. Nossa experiência sugere que as turmas sejam compostas de até 30 pessoas. Ainda no primeiro encontro, após o primeiro experimento, procede-se a um segundo momento quando os próprios participantes são estimulados a realizar, em pequenos grupos (3 ou 4 pessoas) o experimento de Queda-Livre, repetindo os passos apresentados no primeiro momento. Nesta etapa, os instrutores buscam atender aos grupos com o objetivo de que todos realizem cada uma das etapas, desde o experimento em si até os procedimentos de videoanálise com o *Tracker* e a parte matemática, que inclui a produção de gráficos e a modelagem (regressão linear) para obter a curva do movimento. A experiência demonstra que é possível realizar esta etapa num tempo inferior a 60 minutos.

Em geral, as equipes conseguem obter a aceleração da gravidade com erro menor que 10%. Ainda no primeiro encontro, sugere-se que os participantes apresentem seus resultados, o que constitui o terceiro momento (vide Figura 3). Note-se que, para esta atividade, é necessário o espaço de uma sala de aula convencional e a disponibilização de computadores (sugere-se aos participantes que utilizem seus notebooks) e câmeras fotográficas (sugere-se que os participantes utilizem as câmeras de seus smartphones); além disso, é necessário ter à mão régua graduadas (sugere-se as de 30 cm, ou de 50 cm) e objetos a serem soltos em queda livre (sugere-se usar bolinhas de borracha). A Figura 3 também apresenta a estrutura dos demais encontros concebidos para o andamento da oficina; as setas vermelhas ilustram a possibilidade de alteração (ou repetição) de sequências, em função de particularidades de cada oficina. No segundo encontro, são propostas atividades experimentais mais complexas e os participantes são convidados a realizá-las (o que envolve a realização do experimento em si, a filmagem e a videoanálise com o *Tracker*). Nesta etapa, em geral, as interações entre

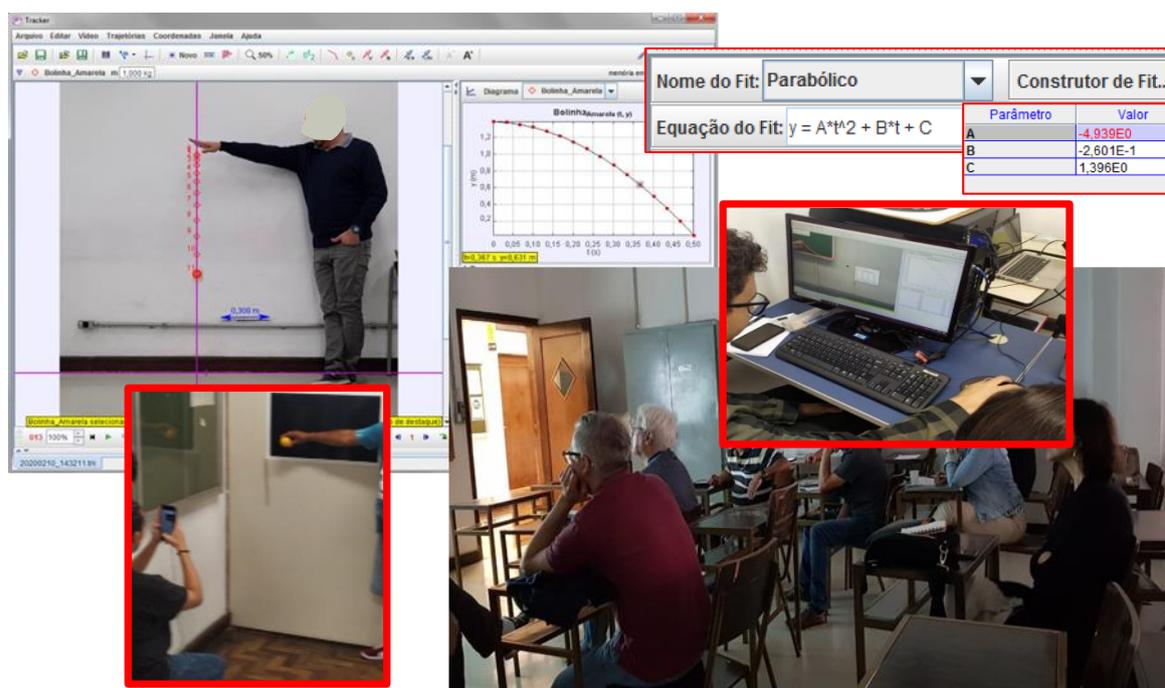
instrutores e participantes conduzem a diversas ideias e propostas de (novos) experimentos mediados por videoanálise, cuja realização é estimulada a acontecer no terceiro encontro (vide Figura 3). Algumas propostas concretas de atividades, tais como a ideia de um “Experimento Inovador e Integrador” (vide Figura 3, “2.<sup>o</sup> Encontro”), que podem ser realizadas, incluindo motivações, materiais utilizados e detalhes procedimentais, estão explicitadas no produto educacional e na dissertação (BORDIN, 2020) que serviu de base para a escrita do presente artigo. A dissertação e o produto estão disponíveis no repositório institucional da universidade.

### 3.2.1 A Oficina de Ensino de Videoanálise realizada no ano de 2020

Para validação deste projeto, foi realizada uma oficina de videoanálise, conforme planejamento esquematizado na Figura 3. Ocorreu em uma universidade localizada na cidade de Curitiba, PR. Participaram 8 professores de Física e Matemática atuantes no ensino médio e superior, com experiência de ao menos três anos de docência. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Nenhum deles havia utilizado o *Tracker* anteriormente.

Os instrumentos escolhidos para registro das informações (dados de pesquisa) associadas à oficina realizada foram o Diário de Bordo e um questionário concebido para avaliar a usabilidade do software *Tracker*. O Diário de Bordo foi preenchido ao final de cada encontro, com a finalidade de registrar todos os fatos ocorridos na oficina, incluindo impressões e ideias para melhoria do trabalho. Ao término das atividades, os participantes responderam ao questionário, estruturado em cinco blocos de perguntas: Bloco A - Download e Instalação do Software; Bloco B - Filmagem e Importação; Bloco C - Parametrizações e Marcações; Bloco D - Análise de Dados; e Bloco E - Utilização em Sala de Aula. As respostas foram tabuladas e os nomes dos respondentes ocultados para manter o anonimato.

Em conversa introdutória, os participantes externaram o interesse comum de utilizar a videoanálise para incorporar a tecnologia em aulas de disciplinas experimentais de Física. Após a apresentação inicial, os professores também manifestaram o interesse de aproveitar materiais e equipamentos existentes nos laboratórios didáticos e realizar “experimentos casados”, incorporando o *Tracker* a experimentos convencionais com os quais já tinham alguma familiaridade. Na Figura 4, é apresentada uma tela do *Tracker* com dados do experimento de Queda-Livre. Pode-se observar o objeto em queda-livre: os pontos vermelhos na vertical correspondem a quadros sucessivos da queda (da “bolinha amarela”); logo à direita, no centro superior da Figura 4, um gráfico representa a trajetória,  $y=y(t)$ ; o ajuste da curva (“Fit”) aparece ao lado, incluindo alguns parâmetros matemáticos (A, B, C) do ajuste.



**Figura 4:** Acima, à esquerda, detalhe da tela do *Tracker* com o experimento de Queda-Livre (os pontos vermelhos enumerados na vertical representam quadros sucessivos da queda da bolinha); acima, à direita, o gráfico e o “Fit” (uma parábola) da posição em função do tempo. Abaixo, em destaque (à esquerda), participantes da oficina repetem o experimento com a “bolinha amarela”, manipulam o programa usando o computador e observam a apresentação com os detalhes de como utilizar o *Tracker* no experimento.

Fonte: Os autores.

Como resultado importante deste trabalho, destaca-se que todos os grupos conseguiram concluir os experimentos realizando as montagens experimentais, as filmagens, a transferência dos arquivos de vídeo para o *Tracker*, o processamento dos dados com o programa, a construção de gráficos e a obtenção de resultados numéricos. Valores da aceleração da gravidade ( $g$ ) entre  $9,5 \text{ m/s}^2$  e  $10,0 \text{ m/s}^2$  foram obtidos nos experimentos realizados no primeiro dia de oficina. No caso dos dados apresentados na Figura 4, o ajuste da curva (“Fit”) resultou no valor  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$  (na “Equação do Fit”, o parâmetro A corresponde a  $g/2$ ). Deste modo, os participantes demonstraram grande satisfação com o fato demonstrado de que, com o *Tracker*, é possível realizar experimentos de mecânica de maneira rápida e eficiente, em comparação com os experimentos tradicionais que demandam uso de sensores e montagens experimentais mais demoradas. Neste sentido, todos os participantes apontaram que a videoanálise com o *Tracker* consiste em uma tecnologia com potencial de uso em sala de aula, tendo em vista sua qualidade, flexibilidade, versatilidade e a possibilidade real de envolver estudantes em atividades experimentais compatíveis com o tempo didático das aulas de Física. Estes resultados estão em sintonia com trabalhos publicados por outros autores que realizam investigações com relação à videoanálise e que enumeram as características desta tecnologia e o estímulo ao envolvimento dos alunos (BROWN & COX, 2009; BEZERRA-JR *et al.*, 2012; SIRISATHITKUL *et al.*, 2013; DIAS; VIANNA & CARVALHO, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Nos demais momentos da aplicação da oficina (vide Figura 3), os participantes passaram a discutir experimentos que desejariam realizar com a mediação da videoanálise. Neste caso, a estrutura da universidade em que a oficina foi realizada possibilitou acesso a um almoxarifado e, assim, os professores fizeram suas próprias propostas de atividades e se dividiram em grupos interessados em realizar alguns experimentos específicos, a saber: Movimento Harmônico Amortecido; Movimento Circular Uniforme; e Análise de Viscosidade (a queda de uma esfera em líquido viscoso). Cada um destes experimentos conduziu a discussões específicas e que implicaram em processos que são

condizentes com o conceito de experimentação, no sentido de que os participantes trabalharam em grupo na concepção, na montagem dos aparatos e na realização e filmagem do experimento, culminando com a videoanálise por meio da utilização do *Tracker*. Em todos os casos, foram obtidos resultados experimentais que serviram de base para discussões (às vezes acaloradas) dos conceitos físicos em conjunto com aspectos do uso da tecnologia de videoanálise e aspectos específicos da utilização do *Tracker*, bem como reflexões a respeito de como levar os experimentos para a sala de aula. É interessante atentar para que a videoanálise permita aos próprios professores envolverem-se em atividades experimentais que demandam trabalho em grupo e reflexão crítica, o que serve de inspiração para levar essas novas ideias para a sala de aula, num exemplo concreto de como o uso circunstanciado e embasado de TDIC pode impactar positivamente o ensino.

Atualmente, existe uma discussão relevante a respeito da aprendizagem para a cidadania e do ensino de uma ciência que não esteja “restrita a fórmulas, reações, taxonomias e respostas corretas” (MOREIRA, 2021, p. 4) e da importância do desenvolvimento de competências científicas:

competências científicas como, por exemplo, modelagem científica, argumentação baseada em evidências, comunicação de resultados. Essas competências poderiam ser desenvolvidas, por exemplo, através de laboratórios virtuais que poderiam motivar os estudantes a modificar características dos modelos e ver o que acontece; poderiam também fazer experimentos sobre fenômenos não observáveis diretamente. Poderiam ainda fazer simulações e construir modelos computacionais (MOREIRA, 2021, p. 4).

A partir dos desdobramentos da experiência com a oficina desenvolvida e tendo em vista os registros das interações com os participantes, vislumbra-se que a videoanálise oferece esta possibilidade de “modificar características” e “ver o que acontece”; também serve de ponto de partida para “construir modelos” e apresenta a possibilidade concreta de “aplicar conhecimentos, inclusive a situações novas, porém sempre com significado” (MOREIRA, 2021, p. 4), o que coloca esta tecnologia em destaque e possivelmente em lugar complementar aos laboratórios virtuais, dado que a videoanálise estimula competências por meio do contato físico com os objetos e as situações estudadas, inclusive o trabalho em grupo, num espaço que se constitui – por causa da videoanálise – enquanto laboratório.

Mais detalhes dos resultados da oficina podem ser obtidos na dissertação associada ao mestrado profissional, disponível no repositório da universidade; no link também está disponível o acesso a materiais complementares, vídeos, sugestões de experimentos e também os detalhes dos questionários utilizados para avaliar a usabilidade do programa *Tracker* e que foram respondidos pelos participantes da oficina: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5124>. Este conjunto forma uma base de recursos que vem sendo utilizados em uma série de oficinas que podem ser realizadas em caráter permanente, inclusive à distância. Em referência a este assunto, recentemente Bordin e colaboradores discutiram a videoanálise como ferramenta útil para aulas de mecânica no contexto das necessidades educacionais atuais porque, “quando agregada a uma solução de videoaula online possibilita alçar o estudante ao posto de participante ativo da aula, contribuindo para manter o engajamento e o interesse” neste momento crítico da pandemia da COVID-19 (BORDIN *et al.*, 2020).

Com relação aos questionários de avaliação, nas partes A, B, C e D (concebidas para avaliar facilidades e dificuldades de “Download e Instalação do Software”, “Filmagem e Importação”, “Parametrizações e Marcações” e “Análise de Dados”) as respostas indicam que houve 100% de compreensão do que foi apresentado. Todas as respostas foram afirmativas quanto à facilidade de download do software, bem como de sua instalação. Todos foram capazes de produzir seus próprios vídeos e de utilizá-los com o programa *Tracker* no processo de videoanálise, até a obtenção de gráficos representativos do movimento e do ajuste de curvas matemáticas.

Finalmente, com relação à parte E (“Utilização em Sala de Aula”), buscou-se saber a opinião dos participantes quanto ao uso do *Tracker* em sala de aula. Mais uma vez, todos os participantes afirmaram que utilizariam a videoanálise com o *Tracker* em sala de aula. Todos manifestaram o

interesse de estruturar as aulas futuras de modo a que seus alunos pudessem efetuar as operações e procedimentos apresentados na oficina, desde a realização do experimento em sala, passando pela filmagem até o rastreamento (o processo de uso do *Tracker*), inclusive a modelagem matemática.

É interessante destacar que todos os participantes demonstram interesse em utilizar o programa e, além disso, também manifestam interesse em que os estudantes participassem ativamente da realização das atividades com o *Tracker*. Esta disposição dos professores em dar protagonismo aos alunos pode ser interpretada como um forte sinal de que a videoanálise apresenta grande potencialidade para estimular mudanças na didática, com importantes implicações na melhoria do ensino de Física. Após a realização da oficina, dois dos participantes entraram em contato com os organizadores informando que haviam implementado atividades de videoanálise com o *Tracker* em suas aulas regulares do semestre que iniciou após a oficina; estima-se que uma centena de estudantes participarão dessas atividades.

#### 4 Discussão e Conclusões

O objetivo deste trabalho foi: 1- situar a videoanálise no campo do Ensino, a partir dos referenciais de TDIC, REA e experimentação; e 2- elaborar e validar uma oficina de formação de professores para divulgar e popularizar o uso da videoanálise com o programa *Tracker*, bem como avaliar o programa. A oficina tem o condão de ser aplicada tanto na formação continuada, quanto na formação inicial e uma proposta deste modelo constitui o produto associado à dissertação do mestrado profissional de um dos autores (BORDIN, 2020).

Para validação da proposta foi realizada uma oficina de 6 horas, dividida em 3 encontros, com momentos distintos, organizada a partir de atividades práticas e investigativas para utilização do *Tracker* como ferramenta de ensino. Os dados para validação da oficina foram colhidos a partir de questionários voltados a avaliar a usabilidade do software e a intenção dos participantes em utilizá-lo, entendendo o *Tracker* como ferramenta de apoio para um ensino de Física que permite dar protagonismo aos alunos no processo de ensino-aprendizagem, conforme discutido na seção 2.2, com atividades de laboratório baseadas em experimentação.

A partir da análise dos dados, foi possível constatar que os professores consideram o *Tracker* um programa de fácil instalação e uso. As respostas dos participantes revelam o interesse pela ferramenta e a intenção de levá-la para a sala de aula, tendo em vista a facilidade de operação e as potencialidades de uso no Ensino de Física. Interessa destacar ainda que a oficina permitiu aos participantes reavaliar padrões do seu próprio trabalho docente; por exemplo, alguns participantes que tinham ressalvas *a priori* quanto ao uso da tecnologia, a partir deste contato com a videoanálise, proporcionado pela oficina, demonstraram interesse em utilizá-la de forma efetiva com seus alunos, o que foi verificado *a posteriori* quando esses participantes incorporaram o *Tracker* em suas aulas de laboratório, tornando público este procedimento. Aqui evidencia-se a importância da oficina enquanto elemento fundamental no contexto da formação continuada de professores.

Vale salientar que o modelo de oficina elaborado possibilitou um processo reflexivo de autoavaliação, levando à melhoria do formato das próprias oficinas, inclusive, abriu a perspectiva de organizar e aprimorar o ensino de videoanálise e forjar novas oficinas aplicáveis a professores em diversos estágios de desenvolvimento profissional. A propósito, o curso já foi aplicado em turmas de licenciatura em Física, em formato presencial, e também foi realizado no formato à distância, atendendo a demandas surgidas durante a pandemia de Covid-19.

Destaca-se que, em função das oficinas realizadas, observou-se a limitação associada ao fato de o *Tracker* não estar disponível para dispositivos móveis. De fato, existem outros programas de videoanálise, tais como *Vidanalysis* (<https://vidanalysis.eu/>) e *Vernier* (<https://www.vernier.com/product/video-physics-for-ios/>), que são compatíveis com sistemas Android e IOS, respectivamente; dentre estas opções, o *Vidanalysis* não é atualizado desde 2018,

enquanto o *Vernier* é um software proprietário. Sendo assim, surge a motivação para um projeto de continuidade ao presente trabalho: a elaboração de um novo software de videoanálise que seja compatível com o sistema Android, por exemplo – projeto agora relacionado ao doutorado profissional de um dos autores, recém iniciado.

Para concluir, observa-se que, no livro *Pedagogia da Autonomia*, Freire (2018, p. 30) manifesta que “não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. (...) Pesquisa para constatar, constatando, intervir, intervindo, educar e me educar. Pesquisa para conhecer o que ainda não conheço ou anunciar a novidade”. Esta citação é representativa da experiência transformadora que o trabalho aqui descrito proporcionou e proporciona aos autores, tendo em vista sua dedicação à videoanálise. O grupo pretende, no ano de 2022, anunciar e disponibilizar para a comunidade o software de videoanálise para o sistema Android.

### Agradecimento

Um dos autores (AGBJ) agradece ao CNPq pelos recursos referentes à sua bolsa de produtividade em pesquisa.

### Referências Bibliográficas

ALVARENGA, C. E. A. Práticas pedagógicas com recursos digitais: instrucionistas ou construtivistas? *Informática na educação: teoria & prática*, v. 21, n. 3, 2018.

ANGOTTI, J. A. P. *Ensino de Física com TDIC*. - 1ª. Edição Revista. Florianópolis: UFSC - EAD - CED - CFM, 2015.

APRENDIZAGEM ABERTA. Recursos Educacionais Abertos. Disponível em <<https://www.aprendizagemaberta.com.br/page/recursos-educacionais-abertos>>. Acesso em: 10 jan. 2020.

BELLONI, M.; CHRISTIAN, W.; BROWN, D. Teaching astronomy using Tracker. *The Physics Teacher*, v. 51, n. 3, p. 149-151, 2013.

BENITTI, Fabiane Barreto Vavassori; SEARA, Everton Flavio Rufino; SCHLINDWEIN, Luciane Maria. Processo de Desenvolvimento de Software Educacional: proposta e experimentação. *RENOTE*, v. 3, n. 1, 2005.

BEZERRA JR, A. G.; DE OLIVEIRA, L. P.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA FILHO, 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*, v. 29, p. 469-490, 2012.

BEZERRA JR, A. G.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA, N.; PERES, M. V.; COSSI JR, O.; MELLO, A. C.; CONCEIÇÃO, S. A. H. Uma abordagem didática do experimento de Millikan utilizando videoanálise. *Acta Scientiae*, v. 17, n. 3, 2015.

BORDIN, Giulio Domenico. 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. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5124>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

BORDIN, G. D.; PERES, M.; LENZ, J. A.; BEZERRA JR., A. G. 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, ed. esp. 2020.

- BRANDÃO, R. V.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de Física. *Física na escola*. São Paulo. v. 9, n. 1 (maio 2008), p. 10-14, 2008.
- BRASIL, Lei 9394/96, de 23 de dezembro de 1996. *Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional*. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm)>. Acesso em: 16 mai. 2020.
- BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2019. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 21 fev. de 2020.
- BROWN, D; COX, A. J. Innovative uses of video analysis. *The Physics Teacher*, v. 47, p. 145-150, 2009.
- CASTILHO, W. S.; OLIVEIRA, D. L.; DUTRA, M. V. G. O ensino de física e a aprendizagem significativa: um kit experimental com arduino para o ensino de queda livre. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 15, n. 3, p. 247-262, 2020.
- DIAS, M. A.; VIANNA, D. M.; CARVALHO, P. S. A queda dos corpos para além do que se vê: contribuições das imagens estroboscópicas e da videoanálise para a alfabetização científica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 20, p. 1-28, 2018.
- 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: 3 ago. 2020.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 3, set 2003.
- FREIRE, P. *Pedagogia da Autonomia*. Editora Paz e Terra, 2018.
- INEP, *Censo Escolar Notas Estatísticas 2016*, Brasília, Fevereiro, 2017.
- JORGE, C.; CECCATO, A. P.; CAMPOS, F. C.; JUNIOR, C. Utilização dos laboratórios padrão MEC nas escolas estaduais do Paraná: o que dizem estudantes e professores. *Jornal de Políticas Educacionais*. v. 9, n. 17 e n. 18, 2015.
- MACHADO, S. C. Análise sobre o uso das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDICS) no processo educacional da geração internet. *RENTE-Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 14, n. 2, 2016.
- MACHADO, S. C.; DE JESUS RAMOS, I. Mapeamento sobre a incorporação das TDIC no ensino médio nos últimos 8 anos. *Informática na educação: teoria & prática*, v. 22, n. 3, 2019.
- MOREIRA, M. A. A relevância do conhecimento científico para a cidadania e a incoerência da educação em ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2021.
- OLIVEIRA, F. A.; LENZ, J.; SAAVEDRA FILHO, N.; BEZERRA JUNIOR, A. G., Videoanálise e Ensino de Física em Situação de Vulnerabilidade Social. *Abakós*, v. 7, p. 3-21, 2019.
- PEDUZZI, S. S.; PEDUZZI, L. O. Q.; COSTA, S. C. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (Editorial), v. 29, n. 1, set 2012.
- PERES, M. V. *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.

PERSSON, J. Sunspots and solar rotation. *Physics Education*, v. 48, n. 1, p. 14, 2013.

PINHO ALVES, J. *Atividades Experimentais: Do Método à Prática construtivista*. 2000. 302 f. Tese de Doutorado. 2000 – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2000.

PINHO ALVES, J. Regras da Transposição Didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 17, n. 2, p. 174-188, 2004.

RIZZATTI, I., MENDONÇA, A., MATTOS, F., RÔÇAS, 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*, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, 2020.

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

SEED/PR. *Diretrizes Curriculares de Educação – Física*. Paraná, 2008.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 4. Ed. Florianópolis, UFSC 2005, 138 p. Disponível em: <[https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia\\_de\\_pesquisa\\_e\\_elaboracao\\_de\\_teses\\_e\\_dissertacoes\\_4ed.pdf](https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf)>. Acesso em: 20 mai. 2020.

SAAVEDRA FILHO, N. C.; LENZ, J. A.; BEZERRA JR, A. G.; FLORCZAK, M. A.; GARCIA, V. G. A videoanálise como mediadora da modelagem científica no ensino de mecânica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, Ponta Grossa, v. 10, n. 3, p. 231-246, set./dez. 2017.

SIRISATHITKUL, C.; GLAWTANONG, P.; EADKONG, T.; 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.

SOUZA, P. V. S.; DA SILVA, C. J. V.; BALTHAZAR, W. F. O arrasto magnético e as correntes de Foucault: um experimento de baixo custo com vídeo-análise. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 41, n. 2, p. e20180257, 2019.

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

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: 2 ago. 2019.

UNESCO. *Padrões de Competência em TIC para professores*, número 1, 2008.

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/](http://www.unesco.org/new/en/harare/about-this-office/single-view/news/harnessing_icts_for_quality_teacher_training_in_africa_proje/)>. Acesso em: 4 ago. 2020.

UNESCO-KFIT. ICT *Transforming Education in Africa*. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Nairobi/unescokitprojectupdateapril2018.pdf>>. Acesso em: 4 ago. 2020.