



Uma Revisão Sistemática de Literatura sobre a Utilização do Software de Videoanálise *Tracker* em Alguns Periódicos Brasileiros*

A Systematic Literature Review on the Use of Tracker Video Analysis Software

Giulio Domenico Bordin¹

Marcus Vinicius Peres²

Marcos Antonio Florczak³

Jorge Alberto Lenz⁴

Arandi Ginane Bezerra Jr⁵

Resumo

A videoanálise tem se destacado ultimamente nos meios acadêmicos como um processo que empodera professores, ativa o interesse e causa motivação nos estudantes envolvidos no ensino e estudo de física. De fato, a videoanálise configura uma nova forma de ensinar física - e isto vai além da ideia de metodologia - porque a videoanálise possibilita mobilizar a tecnologia (o smartphone, o computador, as planilhas eletrônicas) juntamente com os objetos, que são os corpos em movimento cuja trajetória se deseja estudar, e os autores do processo, que são os estudantes e o professor. Como ferramenta educacional para realizar a videoanálise, destacamos o software Tracker. Assim, o objetivo do trabalho é realizar uma Revisão Sistemática de Literatura por publicações nas principais fontes da literatura brasileira, tais como revistas e repositórios da área de Ensino, utilizando parâmetros de busca que visam a mapear a utilização da videoanálise e do Tracker, com foco na sala de aula. Para isso, foram especificados alguns parâmetros, tais como: delimitação do período de

*Submetido em 24/10/2021 - Aceito em 11/04/2022

¹Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica (UTFPR), Brasil – giuliobordin@gmail.com

²Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica (UTFPR), Brasil – markinhuseres@gmail.com

³Docente do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica (UTFPR), Brasil – florczak@utfpr.edu.br

⁴Docente do Departamento Acadêmico de Física da UTFPR do Campus Curitiba, Brasil – lenz@utfpr.edu.br

⁵Docente do Programa de Pós-Graduação em Formação Científica Educacional e Tecnológica (UTFPR), Brasil – arandi@utfpr.edu.br

publicações entre 2001 e 2018; definição das revistas e repositórios nacionais de busca; e definição das palavras-chave para busca. A disseminação e adesão do uso da videoanálise com o Tracker fica evidenciada ao perceber-se o número crescente de publicações em revistas de ensino, dissertações e teses envolvendo o Tracker. O trabalho serviu de inspiração para o desenvolvimento de um novo programa para videoanálise, em português, livremente disponível para a plataforma Android.

Palavras-chave: Videoanálise. Tracker. TIC. Ensino de Física.

Abstract

Video analysis has recently emerged in the academic environment as a process that activates the interest and motivates students involved in the study of physics. Video analysis configures a new way of teaching physics - and this goes beyond the mere idea of methodology - because video analysis makes it possible to mobilize technology (smartphones, computers, and spreadsheets) and the objects that constitute the actual moving bodies whose trajectories are the object of study, together with the authors of the process: students and teachers. We highlight the Tracker software as an educational tool suitable for video analysis. Thus, the objective of this work is to carry out a Systematic Literature Review on publications in the main sources of Brazilian literature, such as journals and institutional repositories on science teaching. The basis for this literature review was search parameters aiming at mapping the use of video analysis and Tracker in classrooms. We specified the search parameters considering the publication period between 2001 and 2018, the scope of journals and repositories, and the appropriate search keyword. The increasing number of publications in teaching journals, dissertations, and theses evidences the dissemination and adherence to the usage of video analysis with Tracker. This work served as inspiration for the development of a new program for video analysis, in Portuguese, available on the Android platform, free of charge.

Keywords: Videoanalysis. Tracker. TIC. Physics Teaching.

1 INTRODUÇÃO

Tanto as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) quanto os Objetos de Aprendizagem (OA) são muito úteis às práticas experimentais no laboratório de física e aparecem como elementos inspiradores e norteadores de pesquisas no campo do Ensino de Ciências e Matemática (ANJOS, 2008; ARANTES *et al.*, 2010; BRAGA, 2014; ANGOTTI, 2015). De fato, o uso de TIC é compatível com o desenvolvimento de competências e habilidades e a integração de atividades por meio do uso de smartphones e computadores tem o condão de tornar os experimentos físicos mais interativos, dinâmicos e precisos, quando comparados com atividades baseadas em abordagens mais tradicionais (LENZ *et al.*, 2014; BONVENTI JR; ARANHA, 2015).

Nesse sentido, uma grande diversidade de TIC e OA tem sido desenvolvida, mobilizando grupos de pesquisa que investigam suas possibilidades e potencialidades de uso (PRATA; AZEVEDO, 2007; CAVALCANTE *et al.*, 2009; WEE, 213; KURZ; BEDIN, 2019). Além disso, também os efeitos da utilização das tecnologias tem sido investigados por meio de análises que visam a validar seu impacto e a apontar caminhos para o ensino de ciências em geral e, em particular, para o ensino de física (ROCHA *et al.*, 2013; CARDOSO *et al.*, 2021; HEREDIA *et al.*, 2021).

Ainda assim, a utilização de tecnologias nos espaços educacionais está descompassada em comparação com aplicações em outros contextos sociais, tais como: engenharia, segurança e medicina (EUROPEAN COMMISSION, 2013). Essa constatação é ainda mais preocupante se considerarmos as discrepâncias sociais entre regiões e entre redes de ensino (públicas e privadas), particularmente, em um país como o Brasil. Então, é importante investigar TIC e OA que tenham o condão de serem utilizados em larga escala, particularmente as tecnologias livres que constituem ferramentas de baixo custo para contornar dificuldades no acesso a equipamentos. Dessa forma, atividades de ensino relevantes e significativas podem estar acessíveis em diversos contextos e ambientes educacionais, democratizando o acesso ao ensino de melhor qualidade e à própria tecnologia (ANGOTTI, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

No Brasil, desde a década de 80, diversos programas tais como Educom, Proinfo, Proinfe, Acesso Escola e o projeto Um Computador por Aluno (UCA) foram estabelecidos para que as tecnologias chegassem nas salas de aula de todo o país (BORBA; LACERDA, 2015). Ainda na década de 70, o uso do computador foi incentivado no contexto da graduação, particularmente, nos cursos de Física e Química, para cálculos mais rebuscados e simulações (BRASIL, 2009; VALENTE, 2006), um desafio continua presente.

Delimitando o campo da discussão para o ensino de física, vale destacar que “a física é importante na cidadania, está na base das tecnologias, é uma ciência exemplar” (MOREIRA, 2021), então, é possível observar uma série de recursos audiovisuais, *applets* e simuladores que estão sendo cada vez mais produzidos com o intuito de fornecer subsídios para discussões em sala de aula. A produção e compartilhamento dessas TIC e OA, marca a contemporaneidade e representa a mudança de visão no que diz respeito às aulas tradicionais de física. De fato,

A presença da Ciência e da Tecnologia no mundo contemporâneo parece, por si só, justificar a necessidade de seu ensino, ainda que os conteúdos escolares não tratem do conhecimento atual como deveriam, com uso e fluência das TIC como requisito não somente fundamental, mas imperativo (ANGOTTI, 2015).

Portanto, nota-se que o uso das TIC nas aulas de física remete não apenas ao ensino e aprendizagem do conteúdo em si, mas ao desenvolvimento de habilidades que se tornem úteis em ambientes particulares da sociedade. Nesse contexto, as redes sociais, aplicativos e outras tecnologias já fazem parte do cotidiano de qualquer jovem que tira e compartilha fotos, grava e posta vídeos, comenta nas produções dos amigos e familiares, ou seja, interage por meios e tecnologias digitais. Sendo assim, é possível utilizar as potencialidades e habilidades já existentes para ressignificar o ensino de física (VARGAS *et al.*, 2007; HEREDIA *et al.*, 2021), numa conjuntura que favoreça seu uso. A propósito, para que esta aprendizagem aconteça, é fundamental ter em mente que deve haver uma conjunção de recursos e infraestrutura, intencionalidade e planejamento por parte do professor e que, além disso, “não tem sentido ensinar sem despertar o interesse dos alunos” (MOREIRA, 2021).

Por isso, merece destaque a videoanálise, que pode ser enquadrada como uma mescla entre o que os jovens fazem no cotidiano com as práticas experimentais tão relevantes ao ensino de física porque, em muitas das atividades, os estudantes podem manipular dados utilizando seus próprios telefones celulares e tablets, por exemplo. Essa ferramenta é definida como a investigação dos quadros de um filme referente ao movimento de um objeto específico, para que o trabalho de observação de fenômenos físicos seja facilitado no estudo de atividades experimentais, no contexto do laboratório; trata-se de uma investigação quadro-a-quadro do movimento, na realização de experimentos mediados pela produção de vídeos (BONATO *et al.*, 2017; BROWN; COX, 2009; BEZERRA-JR *et al.*, 2012; JESUS; SASAKI, 2015). Sobre a versatilidade da videoanálise,

A existência de uma metodologia que articula objetos educacionais com o embasamento aqui apresentado abre mais possibilidades – para teste, avaliação, divulgação e aperfeiçoamento – que, no contexto do Ensino de Ciências, devem sempre ser consideradas com atenção, porque são portadoras de múltiplas possibilidades de aplicação e discussões dentro do contexto escolar. (BEZERRA-JR *et al.*, 2015).

Dentre as facilidades decorrentes do uso da videoanálise para a experimentação em física, destaca-se a relativa facilidade da montagem dos experimentos e do tratamento de dados, bem como as possibilidades de trabalho em equipe e a incorporação de metodologias ativas. Além disso, a videoanálise possibilita a realização de atividades de laboratório sofisticadas e elaboradas sem necessariamente envolver altos custos, o que torna essa tecnologia compatível com ambientes educacionais de escolas que enfrentam problemas de infraestrutura e de falta de recursos materiais (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Um dos programas mais largamente utilizados para a videoanálise é o *Tracker*. O programa *Tracker* foi desenvolvido em 2008, por D. Brown, e está inserido no contexto do Open

SourcePhysics (<https://www.compadre.org/osp/>), cujo objetivo é a produção de materiais digitais livres, contribuindo para o ensino de física.

O *software Tracker* destaca-se na videoanálise por oferecer, dentre outras coisas, uma análise precisa, quadro a quadro, disponibilizando tabelas automáticas com os valores de interesse (por exemplo, posição, tempo, velocidade, aceleração, momento linear e energia). Assim, é possível a produção de gráficos relativos às grandezas físicas abordadas, um elemento fundamental para as aulas de física. Além disso, no contexto da realidade brasileira, existe uma versão do programa para o português. De fato,

Com relação ao *Tracker*, todas essas características são notadas: pode ser utilizado em diversos ambientes, desde escolas de nível básico até universidades. Além disso, adapta-se facilmente de acordo com o interesse do usuário. Está disponível na Internet em diversas línguas (inclusive português do Brasil) e para diversos sistemas operacionais. (PERES *et al.*, 2016).

Quando baixado, o programa já traz consigo uma biblioteca de experimentos realizados pela comunidade acadêmica, incluindo os mais diversos assuntos da física (mecânica, termodinâmica, eletromagnetismo, ondulatória, ótica e física moderna). Assim, qualquer pessoa que tenha acesso ao *Tracker* pode iniciar os estudos com os vídeos ofertados pelo próprio programa. Além disso, existe consenso de que é relativamente simples a realização de todas as etapas da atividade experimental mediada pelo *Tracker*, incluindo gravação, processamento e tratamento de dados (BEZERRA-JR *et al.*, 2012; JESUS; SASAKI, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2019), o que permite a apropriação da tecnologia por docentes e estudantes.

Dada a importância da videoanálise e do programa *Tracker*, justifica-se o objetivo do presente trabalho, que é a realização de Revisão Sistemática de Literatura. Esta revisão visa a melhor situar o estado da arte da utilização da videoanálise e do programa *Tracker*, no contexto do ensino de física no Brasil. Dessa forma, é possível observar tendências, pontos positivos e negativos, bem como prospectar lacunas e novas possibilidades de trabalho. Por isso, buscou-se por publicações nas principais fontes da literatura brasileira, tais como cadernos e revistas em ensino de física, além de repositórios. A busca orientou uma classificação dos trabalhos de acordo com os seguintes temas: o uso do *Tracker* somente como proposta de atividades didáticas; o uso do *Tracker* como proposta de atividades didáticas testadas em sala de aula e a utilização do *Tracker* como ferramenta de análise, não aplicada em sala de aula.

2 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

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

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

Dessa forma, justifica-se a realização de estudos do tipo Revisão Sistemática de Literatura, para estabelecer o estado da arte. No caso específico do presente trabalho, para realização desta pesquisa foram utilizados os seguintes parâmetros de busca:

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

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa ampla, tendo como base o Google Acadêmico (<https://scholar.google.com.br/?hl=pt>). Entende-se o Google Acadêmico como sendo uma base que permite acessar a literatura que, no presente caso, foi restrita à língua portuguesa. Assim, o resultado implicou em um total de 81 trabalhos, distribuídos em 20 revistas indexadas e em diversos repositórios. Tendo em vista que a presente pesquisa se relaciona a um projeto de mestrado profissional voltado ao ensino de física, optou-se por efetuar um recorte mais específico, que implicou num resultado final de 33 trabalhos: foram selecionados os trabalhos publicados em periódicos com classificação nos extratos A1, A2, B1 e B2, conforme dados disponíveis na Plataforma Sucupira, também conhecida por Qualis Periódicos (<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/index.xhtml>). Além disso, foram selecionados dois repositórios, usando como critério o fato de neles haver mais de três produções. Sendo assim, o universo de busca final foi formado pelos artigos e dissertações encontrados nas seguintes fontes: *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (CBEF), *Revista Brasileira de Ensino de Física* (RBEF), *Acta Scientiae*, *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia* (RENOTE), *Revista Novas Tecnologias na Educação*, *Revista da ABENGE*, *Física na Escola*, *ABAKÓS*, Repositório da UTFPR, e Repositório do Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF). A base de dados é nacional, porém, está em andamento uma pesquisa em 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*.

Na sequência, os resultados desta revisão sistemática da literatura são apresentados de modo a sistematizar as informações a respeito das fontes, autores, ano de publicação e resumo, bem como realizar uma categorização com alguns detalhes de como o *Tracker* tem sido utilizado em sala de aula.

2.1 Definições e Critérios do Mapeamento

Para efeito de categorização, foram determinados os seguintes critérios:

- 1) Propostas de Atividades Didáticas – esse critério foi utilizado para artigos nos quais há apresentação de proposta de atividade com evidente intenção de servir de guia para professores, mas que, todavia, não houve uma validação em sala de aula.

- 2) Propostas de Atividades Didáticas testadas em Sala de Aula – esse critério foi aplicado para artigos/dissertações que se caracterizam como proposta didática e para as quais houve uma validação e/ou aplicação em sala de aula.
- 3) Propostas de utilização do *Tracker* como ferramenta de análise no laboratório (ou ferramenta não aplicada em sala de aula) – esse critério foi aplicado a artigos/dissertações nas quais o *Tracker* é utilizado como ferramenta experimental para coleta de dados, mas não necessariamente no contexto de ser concebida para orientar professores no ensino de física mediado pela videoanálise.

Na sequência, os dados são compilados em tabelas, conforme os critérios estabelecidos.

2.2 A classificação dos artigos

Para o critério “Proposta de Atividades Didáticas”, foram classificados 10 artigos, correspondendo a 33% do montante total analisado, sendo distribuídos nas revistas *Abakós*, *Acta Scientiae*, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Revista Brasileira de Ensino*, *Ciência e Tecnologia* e *Revista Brasileira de Ensino de Física*, os quais são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Artigos encontrados relacionados à categoria “propostas de atividades didáticas”

Fonte	Ano	Título	Autores
Abakós	2014	Utilização de TIC para o estudo do movimento: alguns experimentos didáticos com o <i>software Tracker</i>	J. A. Lenz; N. C. Saavedra Filho; A. G. Bezerra Jr.
Acta Scientiae	2015	Uma Abordagem Didática do Experimento de Millikan utilizando videoanálise	A. G. Bezerra Jr.; J. A. Lenz; N. C. Saavedra Filho; M. V. Peres; O. Cossi Jr
	2016	Utilização da videoanálise para o estudo do movimento circular e a construção do conceito de aceleração centrípeta	N. C. Saavedra Filho; J. A. Lenz; A. G. Bezerra Jr
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2012	Videoanálise com o <i>software</i> livre <i>Tracker</i> no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton	A. G. Bezerra Jr; L. P. de Oliveira; J. A. Lenz; N. C. Saavedra Filho
	2017	Um curso de Mecânica com o uso do programa de vídeo-análise <i>Tracker</i>	J. E. Parreira
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	2016	A videoanálise como mediadora da modelagem científica no Ensino de Mecânica	N. C. Saavedra Filho; J. A. Lenz; A. G. Bezerra Jr; M. A. Florczak
Revista Brasileira de Ensino de Física	2011	Movimento browniano: uma proposta do uso das novas tecnologias no ensino de Física	J. S. Figueira
	2013	Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento	V. L. B. de Jesus; D. G. G. Sasaki
	2013	Investigando o impulso em <i>crash tests</i> utilizando vídeo-análise	A. C. Wrasse; L. P. Etcheverry; G. F. Marranghello; F. Rocha
	2015	Uma abordagem por videoanálise da propagação de um pulso em uma catenária	V. L. B. de Jesus; D. G. G. Sasaki

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Analisando os trabalhos relacionados ao critério de propostas de atividades didáticas nos

quais não houve uma validação em sala de aula, nota-se uma linha comum de pensamento apresentando a videoanálise como complemento ou alternativa à falta de infraestrutura laboratorial. Nos trabalhos, há destaque ao baixo custo da videoanálise e à facilidade de uso em atividades de laboratório mais elaboradas. A seguir, no Quadro 2, serão apresentados alguns descritores de cada artigo, para aprofundar a análise.

Quadro 2 – Descritores dos artigos referentes ao Quadro 1

Título	Descritor
Utilização de TIC para o estudo do movimento: alguns experimentos didáticos com o <i>software Tracker</i>	Neste trabalho é relatada uma experiência referente ao uso da videoanálise no Ensino de Física, por meio do programa livre <i>Tracker</i>. Apresentam-se resultados referentes à coleta, análise e modelamento dos dados relativos a uma atividade experimental sobre o movimento parabólico.
Uma Abordagem Didática do Experimento de Millikan utilizando videoanálise	Neste artigo é proposta uma abordagem didática baseada em videoanálise para a experiência da gota de óleo de Millikan. Trata-se de material de apoio destinado ao ensino médio e superior, tendo em vista superar dificuldades relacionadas à aquisição e manutenção de laboratórios didáticos de Física Moderna e Contemporânea, bem como propor encaminhamentos para a realização de atividade interativa baseada em experimentação.
Utilização da videoanálise para o estudo do movimento circular e a construção do conceito de aceleração centrípeta	Este artigo propõe um resgate conceitual da força centrípeta, por meio de uma atividade experimental envolvendo videoanálise e baseada no <i>software</i> livre <i>Tracker</i>. Busca-se desenvolver recursos para expandir a percepção dos estudantes sobre a dinâmica do movimento de rotação, combinando experimento e abordagem teórica, num processo que ilustra aspectos importantes do próprio fazer científico, todavia, dialoga com documentos oficiais e oferece recursos para aplicação em sala de aula.

Título	Descrição
Videoanálise com o <i>software</i> livre <i>Tracker</i> no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda lei de Newton	Artigo referente à proposta de uma prática experimental para a 2ª Lei de Newton e o movimento parabólico, com dimensionamento de um tempo didático de 50 minutos para sua aplicação. Ainda apresenta resultados dos experimentos e destaca a facilidade da utilização do <i>Tracker</i> como potencialidade didática.
Um curso de Mecânica com o uso do programa de videoanálise <i>Tracker</i>	Este artigo apresenta uma série de experimentos de Mecânica que podem ser utilizados tanto no Ensino Médio, quanto no ciclo Básico do Ensino Superior. Trata-se de uma análise inicial e apresenta um convite para que os experimentos propostos com o <i>Tracker</i> sejam mais explorados.
A videoanálise como mediadora da modelagem científica no Ensino de Mecânica	Neste trabalho discutiu-se estratégias baseadas no uso da videoanálise para o desenvolvimento de atividades experimentais com vista a incorporar a modelagem científica nas aulas de Mecânica. Demonstrou-se que o uso do <i>software</i> livre <i>Tracker</i> enquanto TIC mediadora de atividades experimentais permite a inclusão de elementos que instigam a uma modelagem mais elaborada, favorecendo situações de aprendizagem que remetem a um conhecimento menos fragmentado, mais contextualizado e a uma visão mais ampla e referenciada da ciência.
Movimento browniano: uma proposta do uso das novas tecnologias no ensino de Física	Artigo com viés experimental onde a partir de uma breve descrição do movimento browniano foram analisados alguns vídeos com o <i>Tracker</i> para determinar o deslocamento médio das partículas brownianas, buscando encontrar o número de Avogadro, numa abordagem que propõe um estudo direcionado ao ensino de Física.

Título	Descritor
Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento	Neste artigo propõe-se um experimento com viés didático, de baixo custo, usando apenas uma pilha média comum, uma câmera de smartphone e o <i>software</i> livre <i>Tracker</i> para videoanálise. Buscou-se integrar, em uma só experiência didática, a medida de duas grandezas Físicas distintas, a saber, o coeficiente de atrito cinético e o coeficiente de atrito de rolamento.
Investigando o impulso em <i>crash tests</i> utilizando videoanálise	Motivados pelas proposições encontradas nos PCN+, os autores apontaram o programa <i>Tracker</i> como uma ferramenta para o desenvolvimento de videoanálise dos movimentos de um veículo e de um “boneco manequim motorista” durante testes de colisão. Buscou-se motivar o profissional docente para o ensino dos tópicos de Impulso e Colisões.
Uma abordagem por videoanálise da propagação de um pulso em uma catenária	O objetivo deste trabalho foi criar e analisar um experimento didático barato e eficiente para a obtenção da relação entre a velocidade e a tensão de um pulso e da densidade linear de uma corda, cuja massa não fosse desprezível.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Nota-se, a partir do Quadro 2, que todos os trabalhos de videoanálise foram realizados com o programa *Tracker*. Além disso, percebe-se uma tendência em apresentar sugestões aos professores de física. Nesse sentido, é também importante atentar para trabalhos que visaram a investigar e validar a videoanálise aplicada em sala de aula, o que foi incorporado no critério “Proposta de Atividades Didáticas com aplicação em sala de aula”. Neste item, foram classificados 11 artigos e dissertações, correspondendo a 36% do montante total analisado, sendo esses distribuídos nas revistas *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Revista Brasileira de Ensino, Ciência e Tecnologia*, além dos repositórios da UTFPR e do Mestrado Profissional de Ensino de Física (MNPEF). Essas informações estão detalhadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Dissertações/artigos relacionados a categoria “proposta de atividades didáticas com aplicação em sala de aula”

Fonte	Ano	Título	Autores
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2012	Ciclos de modelagem: Uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física	L.A. Heidemann
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física	2018	O uso do software educacional <i>Tracker</i> como apoio ao ensino e aprendizagem do movimento vertical de massas pontuais no primeiro ano do ensino médio	F.R. D. Maciel
	2018	A utilização de vídeoanálise de sistemas físicos através do software <i>Tracker</i> : uma alternativa para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de tópicos de Física	W.J. de Sousa
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia.	2015	Uma análise semiótica de atividades de modelagem matemática mediadas pela tecnologia	K.A. P. da Silva; A. H. Borssoi; L. M. W. de Almeida
	2017	Um estudo de caso explanatório sobre o desenvolvimento de atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica para o ensino de Física	L.A. Heidemann; I. S. de Araujo; E. A. Veit
RepositórioUTFPR	2014	Uso e divulgação do software livre <i>Tracker</i> em aulas de Física do ensino médio	F.A. de Oliveira
	2014	Experimentos sobre leis de conservação para o ensino de Física no ensino médio baseados em tecnologias livres	R.D. Meucci
	2015	Objetos de ensino, suas potencialidades e dificuldades para aprendizagem de Física no ensino médio	F.H. Matsunaga

	2015	Gênero de raciocínio de laboratório no ensino de Física: especulação complexa de tipos da Física no manuseio de atividades experimentais artesanais e tecnológicas	J. C. Muchenski
	2016	Ensino de Física moderna e contemporânea baseado em atividades de laboratório mediadas pela utilização de um software de videoanálise e modelagem	M.V. Peres
	2016	Inserção de conceitos de dinâmica rotacional no ensino médio através do laboratório não estruturado mediado por videoanálise	W.G. Barbosa

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Ao analisar os trabalhos relacionados ao critério de propostas de atividades didáticas com aplicação e validação em sala de aula, nota-se um volume maior de registros relacionados a dissertações de mestrado. Portanto, percebe-se que, em programas de pós-graduação, particularmente aqueles na modalidade *stricto sensu* do tipo mestrado profissional, existe uma preocupação maior em que os trabalhos sejam efetivamente testados em sala de aula, o que é coerente com as diretrizes dos mestrados (e doutorados) profissionais, que dão ênfase aos produtos desenvolvidos (RIZZATTI *et al.*, 2020), os quais apresentam aplicação tanto no Ensino Médio quanto no Ensino Superior. A seguir, na Tabela 4, serão apresentados descritores de cada registro.

Quadro 4 – Descritores referentes aos registros do Quadro 3

Título	Descritor
Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de Física	O artigo defende o desenvolvimento de ciclos de modelagem, conduzidos a partir das ideias de David Hestenes, como uma alternativa para nortear propostas didáticas que integrem atividades experimentais e atividades baseadas em simulações computacionais. Apresenta a utilização do <i>tracker</i> e do <i>Modellus</i> como uma estratégia de estímulo à validação de modelos teóricos dominando diferentes tipos de ferramentas de representação. Tem sua validação feita com uma turma do Mestrado Profissional em Ensino de Física.
O uso do software educacional <i>tracker</i> como apoio ao ensino e aprendizagem do movimento vertical de massas pontuais no primeiro ano do ensino médio	Este trabalho apresenta uma alternativa metodológica no processo de ensino e aprendizagem analisando o uso do software <i>tracker</i> como ferramenta educacional no estudo do movimento vertical de massas pontuais no primeiro ano do ensino médio. Apresenta aplicação em sala de aula e foi realizada uma coleta de dados com questionários aplicados aos alunos, para verificar se há indícios de melhora no aprendizado dos discentes quando fazem uso do <i>tracker</i>.
A utilização de vídeo análise de sistemas físicos através do software <i>tracker</i> : uma alternativa para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de tópicos de Física	O trabalho propõe o desenvolvimento de um recurso didático que busca ofertar um processo de ensino e aprendizagem mais atraente, utilizando os sistemas computacionais. Para isso, faz a aplicação do <i>Software tracker</i>. Foi construído tutorial e realizada uma análise crítica dos resultados obtidos na pesquisa de campo, com o intuito de mensurar as contribuições da proposta de recurso pedagógico.

Título	Descrição
Uma análise semiótica de atividades de modelagem matemática mediadas pela tecnologia	Nesse trabalho é apresentada uma análise de atividades de modelagem matemática mediadas pelo uso das TIC, mais especificamente o <i>tracker</i>. A modelagem é uma alternativa pedagógica na qual se faz uma abordagem matemática para fenômenos não essencialmente matemáticos. Foi aplicado um minicurso onde houve duas atividades na qual o fenômeno em estudo corresponde ao percurso realizado por um objeto lançado para o alto e à frente e o realizado por um carrinho de fricção.
Um estudo de caso explanatório sobre o desenvolvimento de atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica para o ensino de Física	A investigação tem por objetivo avaliar atividades experimentais delineadas com o intuito de associar teoria e prática no ensino de Física por meio do enfoque no processo de modelagem científica. O caso investigado foi aplicado em uma turma matutina de uma disciplina experimental do segundo semestre de cursos de graduação em Física, abrangendo conteúdos de oscilações mecânicas, fluidos e termodinâmica.
Uso e divulgação do software livre <i>tracker</i> em aulas de Física do ensino médio	O trabalho apresenta uma aplicação em sala de aula do software livre <i>tracker</i>, que é destinado à videoanálise. A proposta foi aplicada em turmas do 1.º ano do Ensino Médio em uma escola pública estadual de Curitiba que atende alunos de uma região carente e com risco de vulnerabilidade social.
Experimentos sobre leis de conservação para o ensino de Física no ensino médio baseados em tecnologias livres	A pesquisa verifica a possibilidade de uso das Tecnologias da Informação e Comunicação, baseados em tecnologias livres, no estudo das leis de conservação no ensino médio, de proporcionar aprendizagem significativa, de acordo com o referencial de Ausubel.

Título	Descrição
	Quatro atividades foram elaboradas, usando a técnica de videoanálise e realizadas por alunos dos segundos anos do ensino médio no Colégio da Polícia Militar do Paraná, durante o ano de 2013.
Objetos de ensino, suas potencialidades e dificuldades para aprendizagem de Física no ensino médio	Nessa dissertação é investigado o processo de ensino-aprendizagem empregando um objeto de ensino, o aplicativo Tracker, a fim de favorecer a interação entre os experimentos de laboratório de Física com recursos de imagens e vídeo. A pesquisa fundamentou-se em autores como David Ausubel, Carl Rogers, Marco Antônio Moreira, Pozo e Crespo, além de ter como objetivo verificar a importância das atividades utilizando os recursos do aplicativo e a mediação na aplicação das atividades desenvolvidas com os alunos da primeira série do ensino médio.
Gênero de raciocínio de laboratório no ensino de Física: especulação complexa de tipos da Física no manuseio de atividades experimentais artesanais e tecnológicas	O trabalho trata de uma pesquisa qualitativa sobre a mediação de roteiros no ensino-aprendizagem do experimento da segunda lei de Newton. Para auxiliar nesse problema foram utilizados estudos de Gaston Bachelard, Paulo Freire, Thomas S. Kuhn, Ian Hacking, Neill Postman e Kim Vicente. Trabalho realizado com alunos do Colégio Estadual do Paraná, durante o ano de 2015.
Ensino de Física Moderna e contemporânea baseado em atividades de laboratório mediadas pela utilização de um software de videoanálise e modelagem	Esse trabalho visa a utilizar a videoanálise para dar suporte a experimentos de Física Moderna, com a intenção de torná-los disponíveis à comunidade, por meio de um Recurso Educacional Aberto (REA). Em complemento ao desenvolvimento do produto, também foi realizada pesquisa de validação do material, caracterizada pela aplicação de questionários para professores e estudantes. A análise das respostas e dos dados obtidos ocorreu de maneira qualitativa, de acordo com referenciais da área de Ensino.

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

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A partir dos dados do Quadro 4, fica evidente, mais uma vez, que o programa *Tracker* tem sido o software de escolha para a realização da videoanálise no Brasil. No caso das atividades que foram aplicadas em sala de aula, nota-se que todas elas foram realizadas em turmas de Ensino Médio, tendo como principal foco o ensino de tópicos ligados à mecânica. É interessante notar que, ainda que a validação dos trabalhos seja realizada a partir de uma ampla diversidade de referenciais teóricos e recursos metodológicos, todos os trabalhos apontam que a utilização da videoanálise produz efeitos positivos na aprendizagem dos conceitos de física.

Para o terceiro critério, “utilização do *Tracker* como ferramenta de análise no laboratório”, foram classificados 9 artigos e dissertações, correspondendo a 31% do montante total analisado, sendo estes distribuídos nas revistas *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, *Física na Escola*, e *Revista Brasileira de Ensino, Ciência e Tecnologia*. As informações estão detalhadas no Quadro 5.

Quadro 5 – Dissertações/artigos relacionados à categoria “utilização do *Tracker* como ferramenta não aplicada em sala de aula” (ou “ferramenta de análise no laboratório”)

Fonte	Ano	Título	Autores
Caderno Brasileiro de Ensino de Física	2017	Estudo da vazão de uma fonte por meio da videoanálise: uma proposta utilizando recipientes na forma de prismas regulares.	E. S. Silva; A. R. Lima
Física na Escola - SBF	2016	Estudo das cores com Arduino Scratch e Tracker	M. A. Cavalcante; A. C. Teixeira; M. Balaton
Revista Brasileira de Ensino de Física	2010	Dinâmica de relaxação em meios dielétricos: uma aplicação envolvendo osciladores harmônicos	A. D. S. Gomes; J. S. Figueira; J. C. Gentilini
	2011	Análise digital de vídeos de objetos em queda no ar em líquidos usando Tracker	
	2014	Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do “Tracker”	W. Bonventi Jr.; N. Aranha
	2014	As múltiplas faces da dança dos pêndulos	V. L. B. de Jesus; M. A. J. Barros
	2014	O experimento didático do lançamento horizontal de uma esfera: Um estudo por videoanálise	V. L. B. de Jesus; D. G. G. Sasaki
	2015	A descrição do funcionamento de um motor Homopolar linear e suas aplicações: Ilustrando o funcionamento de um acelerador de partículas	A. D. S. Gomes; R. M. Szmoski
	2017	Estudo da relação entre o movimento circular uniforme e o movimento harmônico simples utilizando a videoanálise de uma roda de bicicleta	E. S. Silva

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Ao analisar os trabalhos relacionados ao critério de utilização do Tracker como ferramenta (acessória) de análise no laboratório, fica evidente o fato de que o software apresente muitas potencialidades para a realização de experimentos de física, incluindo atividades avançadas e mais elaboradas, conforme se percebe pelos descritores apresentados no Quadro 6.

Quadro 6 – Descritores referente aos registros do Quadro 5

Título	Descritor
Estudo da vazão de uma fonte por meio da videoanálise: uma proposta utilizando recipientes na forma de prismas regulares	O trabalho discute os resultados de uma videoanálise utilizada para investigar a vazão de uma fonte de água que alimenta diferentes recipientes, na forma de prismas regulares.
Estudo das cores com Arduino Scratch e Tracker	Esse trabalho apresenta um experimento de espectroscopia didático de baixo custo e fácil montagem para auxiliar o entendimento dos conceitos físicos ligados à luz e às cores. Para análise espectral utilizou-se o Tracker como ferramenta para determinação dos comprimentos de onda envolvidos.
Dinâmica de relaxação em meios dielétricos: uma aplicação envolvendo osciladores harmônicos	Nesse artigo explora-se o estudo de um modelo para descrição da polarização dielétrica que é baseado na dinâmica de um oscilador amortecido. O modelo em questão pode ser utilizado como um exemplo de aplicação de conhecimentos elementares à descrição de sistemas físicos mais complexos. O Tracker é utilizado para fins de análise e obtenção de dados.
Análise digital de vídeos de objetos em queda no ar em líquidos usando Tracker	Trata-se de um artigo com viés experimental, no qual o movimento de queda de objetos em meios líquidos foi registrado por uma câmera digital convencional e analisado pelo Tracker. Foi registrada a posição dos objetos a cada 33 ms em uma série de imagens, para obter a velocidade média. Foi realizada a mesma experiência no ar e verificou-se que o deslocamento era proporcional ao quadrado do tempo, comparando o movimento em meios diferentes.

Título	Descritor
Estudo das oscilações amortecidas de um pêndulo físico com o auxílio do “Tracker”.	O artigo apresenta os resultados da análise de medidas do momento de inércia de uma ripa. O experimento foi filmado com um smartphone e os dados analisados pelo software livre Tracker. A ênfase está no estudo e movimentos com elevada precisão.
As múltiplas faces da dança dos pêndulos.	Artigo com viés experimental, com foco no estudo do movimento de pêndulos, por meio da técnica de videoanálise, que permite visualizar o movimento quadro a quadro, utilizando o software livre Tracker. Busca-se confrontar um modelo teórico proposto com os dados experimentais obtidos.
O experimento didático do lançamento horizontal de uma esfera: Um estudo por videoanálise.	O artigo apresenta uma tratativa diferenciada para o experimento tradicional de lançamento de uma esfera, considerando tanto a curvatura da plataforma de lançamento, quanto o efeito das bordas e outros possíveis ruídos, com o objetivo de obter um resultado mais preciso. Para tal, realiza-se a videoanálise utilizando o Tracker como solução experimental e ferramenta de análise dos dados.
A descrição do funcionamento de um motor Homopolar linear e suas aplicações: Ilustrando o funcionamento de um acelerador de partículas.	Trata-se de um artigo com viés experimental que explora a utilização de um motor homopolar linear com o objetivo de ilustrar o princípio de funcionamento de um acelerador de partículas. O Tracker é utilizado para análise dos dados gerados através de uma filmagem realizada com a câmera de um aparelho celular.
Estudo da relação entre o movimento circular uniforme e o movimento harmônico simples utilizando a videoanálise de uma roda de bicicleta.	Nesse artigo são discutidos os resultados de uma videoanálise que permite estudar a relação entre o movimento circular uniforme (MCU) e o movimento harmônico simples (MHS), a partir da filmagem do movimento circular de uma roda de bicicleta. O foco está em apresentar uma nova abordagem do fenômeno.

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Ainda que os dados apresentados na Tabela 6 levem em consideração a utilização da videoanálise para resolver problemas específicos, nos quais não há destaque para o ensino da videoanálise e não há foco na reprodução destes experimentos em aulas de física, parece evidente que os trabalhos possam ser adaptados e aplicados em sala de aula, por exemplo, por meio da elaboração de roteiros e de tutoriais.

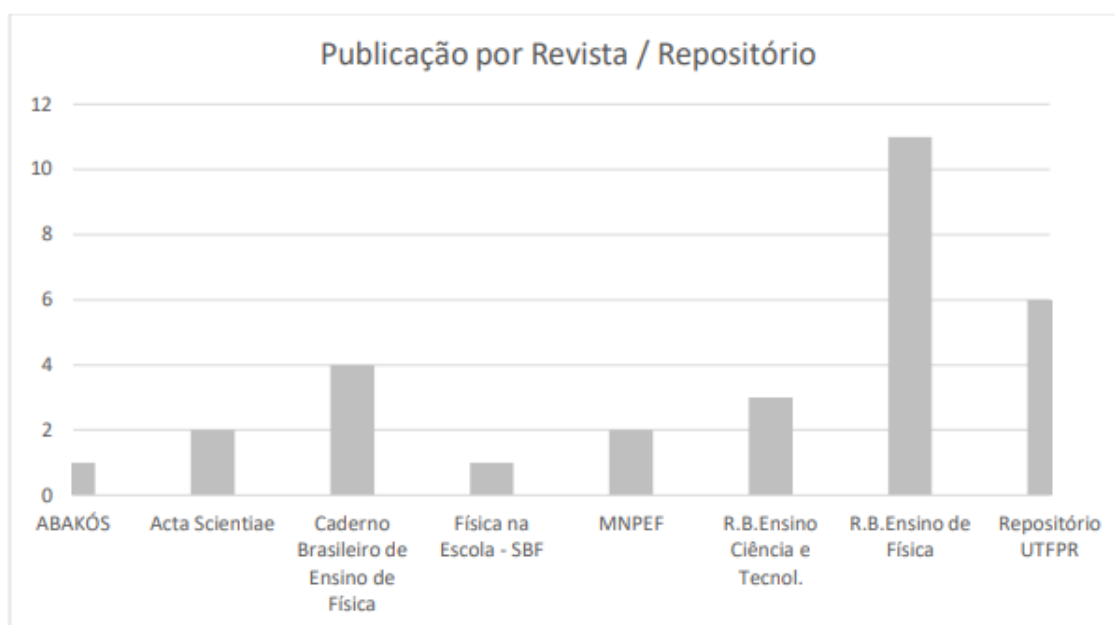
Assim como foi observado nas demais categorias, os dados das Tabelas 5 e 6 também demonstram que, no Brasil, a videoanálise é realizada majoritariamente por meio do programa *Tracker*. A presença constante desse programa pode ser explicada pelo fato de se tratar de um software livre, que conta com tutoriais em português e com a divulgação de diversos grupos brasileiros, havendo publicações regulares distribuídas em um amplo número de periódicos.

A fim de que seja possível uma visão mais geral, será apresentada uma síntese dos trabalhos por ano, revista, quantitativos e dados acumulados, conforme as Figuras 1, 2 e 3, a seguir.

2.3 Uma visão geral do Estado da Arte

Na Figura 1, é apresentada uma visão geral das publicações por Revista/Repositório, na qual percebe-se um quantitativo maior em 3 fontes: Repositório da UTFPR, *Revista Brasileira de Ensino de Física* e *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*.

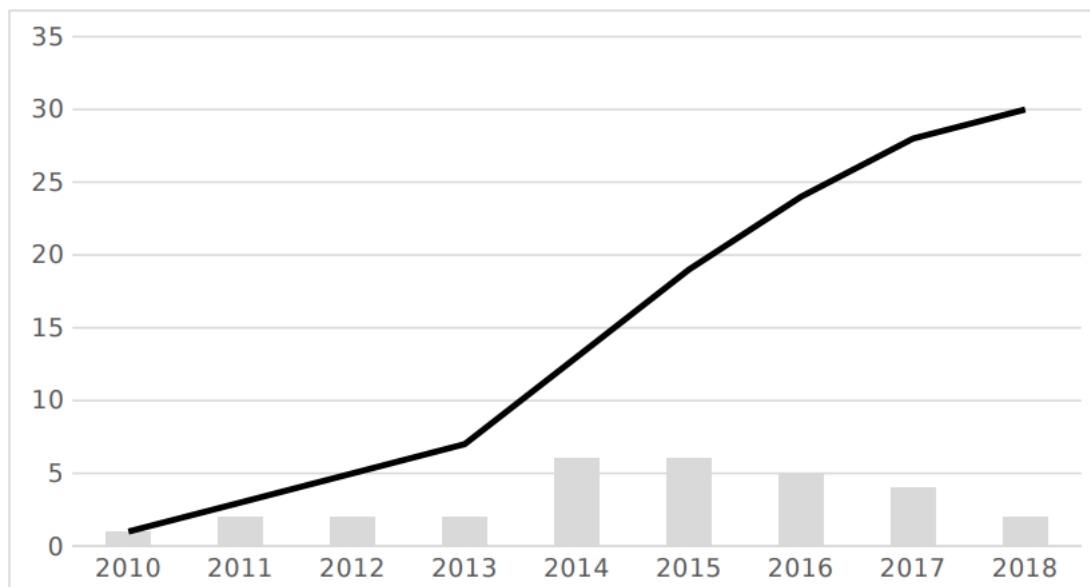
Figura 1 – Publicação por revista/repositório



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Na Figura 2, é apresentada uma visão com os números totais (acumulados) e a evolução anual de publicações. Assim, é possível afirmar que os trabalhos têm início em 2010 e que houve uma concentração de publicações entre 2014 e 2017. A visão em linha sinaliza a evolução de publicações, alcançando um total de 30 artigos.

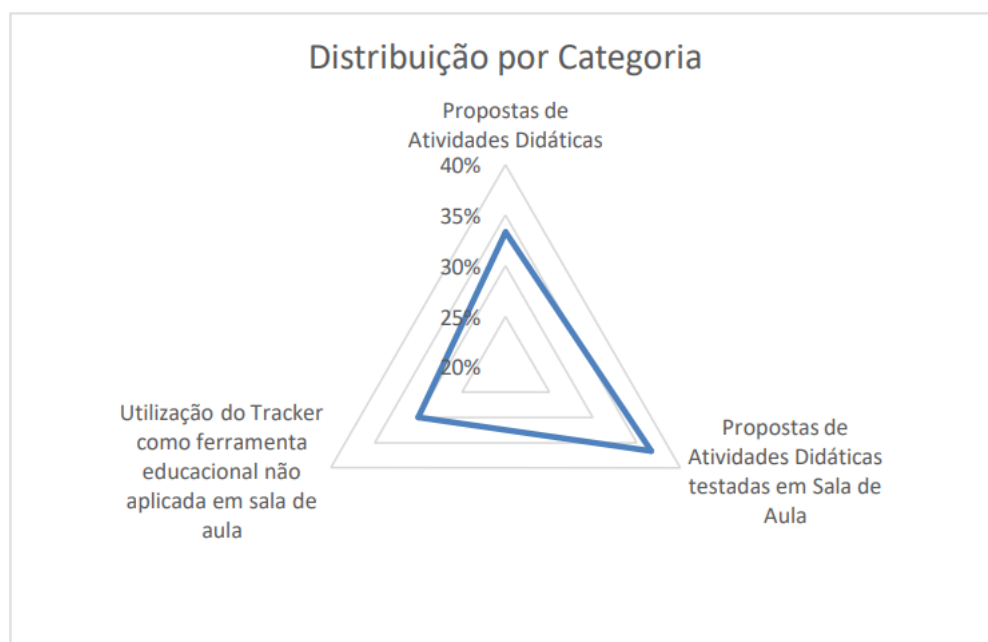
Figura 2 – Publicações por ano - acumulado x anual



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

A Figura 3, por sua vez, mostra a distribuição de publicações conforme a categorização adotada neste trabalho. Nesta Figura 3, foi elaborado um “diagrama de distribuição”, que é formado por vértices nos quais estão explicitadas as três categorias de análise. Os vértices definem triângulos equiláteros com lados proporcionais a diferentes porcentagens, arbitradas entre 20% e 40%. O triângulo em azul foi traçado de modo a que seus vértices correspondessem ao percentual de trabalhos referentes a cada categoria, portanto, a representação indica que há uma distribuição equitativa de trabalhos entre as categorias, com leve predominância de produções envolvendo “Propostas de Atividades Didáticas testadas em Sala de Aula”.

Figura 3 – Divisão por categorias



Fonte: Dados da pesquisa (2021).

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 a ideia de que a videoanálise constitui forte apoio didático, evidenciando-se o potencial desta tecnologia no ensino. Porém, para que haja uma apropriação significativa, o docente que a utiliza precisa estar inserido no conceito das Tecnologias da Informação e Comunicação, pois, juntamente com o *Tracker* existem outros diversos recursos que podem ser associados para dar suporte às aulas, servindo de base para fomentar o entendimento dos conteúdos de Física, daí a importância de cursos de formação (BORDIN, 2020).

A partir da análise feita, pode-se afirmar que a videoanálise tem sido utilizada em aulas de física no Ensino Superior e no Ensino Médio, este último sendo aquele no qual a maioria das propostas está concentrada. Além disso, dos 33 trabalhos, apenas cerca de 1/3 foram aplicados e validados em sala de aula (vide Figura 3), o que demonstra a necessidade de que mais trabalhos de investigação sejam realizados, a fim de que sejam desenvolvidas e aplicadas metodologias de validação.

É importante destacar que, a partir da realização desta pesquisa, foi possível notar que, ainda que o *Tracker* seja um programa muito importante, existe uma limitação que precisa ser superada. No contexto em que haja dificuldades estruturais, como a falta de computadores em sala de aula e problemas de acesso à internet, a utilização do *Tracker* em sua versão online mais recente (<https://physlets.org/Tracker/TrackerJS/>) pode inviabilizar seu uso em sala de aula. Assim sendo, os presentes autores entraram em contato com os desenvolvedores do *Tracker*, para indagar se e quando haveria uma versão Android do aplicativo. Na ocasião, os desenvolvedores afirmaram que dariam prioridade à versão online. Isso serviu de motivação para o desenvolvimento de um aplicativo de videoanálise no Brasil, para ser utilizado diretamente em dispositivos móveis. Trata-se do programa “Videoanalizando”, que consiste no produto do doutorado profissional de um dos autores, recém-iniciado. Esse programa pode ser obtido gratuitamente a partir do endereço: <http://videoanalizando.org>. O desenvolvimento do programa será abordado em artigo futuro, porém, neste momento, é fundamental estabelecer que o processo de realização do presente trabalho serviu de inspiração e fundamentação para o desenvolvimento do “Videoanalizando”, que pode ser entendido como um resultado concreto da presente pesquisa. Portanto, abre-se uma nova possibilidade para a realização de mais propostas de atividades em sala de aula e novos trabalhos envolvendo a videoanálise no Brasil.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nota-se que os trabalhos que abordam a videoanálise inserida na física têm sido publicados em diversos periódicos relevantes na área de Ensino, sendo que, conforme pode ser observado na Figura 1, a maioria foi registrada na *Revista Brasileira de Ensino de Física* e no

Repositório Institucional da UTFPR. A propósito, no presente artigo, são apresentados e comentados 33 trabalhos, no contexto da pesquisa de estado da arte. Portanto, a videoanálise dialoga com as necessidades e desafios do século XXI, particularmente a ubiquidade das tecnologias, presentes em todos os ambientes, do trabalho ao lazer.

Como a compreensão da física depende de um grau de abstração elevado, as diferentes formas de abordagem, bem como os recursos disponíveis, têm um grande impacto na potencialização do ensino e aprendizagem desta ciência e de seus conteúdos. Se considerarmos que diversas escolas não possuem laboratórios de física equipados com experimentos de qualidade, a videoanálise torna-se, então, uma grande aliada na superação dessas dificuldades. Esse recurso tem sido explorado de maneira mais abrangente ao longo dos anos, conforme aqui apresentado e esmiuçado. De fato, é fundamental a realização de trabalhos e a publicação de artigos atinentes a essa discussão, alinhados às necessidades de uma sociedade carente de ensino de física de qualidade e de ações efetivas para contornar esse problema, incluindo desafios de infraestrutura e de formação docente.

No que diz respeito às dissertações analisadas, há produção significativa de trabalhos que utilizam o software *Tracker* para a produção de materiais (tutoriais, vídeos) e de atividades organizadas (sequências didáticas) para a sala de aula. Segundo o Comitê Gestor da Internet, há presença de dispositivos eletrônicos em grande parte das escolas brasileiras (CGI, 2018), sendo assim, está satisfeita a condição principal que é a existência de computadores. Contudo, há o desafio de fazer com que as pesquisas cheguem na sala de aula.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, percebeu-se uma importante possibilidade, tendo em vista a necessidade de um programa de videoanálise que pudesse ser utilizado diretamente a partir de telefones celulares e tablets, por exemplo. Assim, foi desenvolvido um software específico, o “Videoanalizando” (<http://videoanalizando.org>); a propósito, os autores convidam a comunidade a explorar essa nova ferramenta. Dessa forma, amplia-se ainda mais o leque de possibilidades de uso e aplicação da videoanálise no Brasil.

Espera-se ter estabelecido um ponto de partida e haver demonstrado que a videoanálise pode ser utilizada de maneira a possibilitar melhorias significativas para o ensino de ciências e de física, o que justifica a continuidade dos trabalhos e reflexões acerca do tema.

REFERÊNCIAS

- ANGOTTI, J. A. P. **Ensino de Física com TDIC**. 1. ed. Florianópolis: UFSC - EAD - CED - CFM, 2015.
- ANJOS, A. J. S. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, p. 569–600, 2008.
- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, Campinas, v. 11, n. 1, 2010.
- BEZERRA-JR, A. G. *et al.* Uma abordagem didática do experimento de millikan utilizando videoanálise. **Acta Scientiae - Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 17, n. 3, 2015.
- BEZERRA-JR, A. G. *et al.* 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.
- BONATO, J. *et al.* Using high speed smartphone cameras and video analysis techniques to teach mechanical wave. **Physics Education**, v. 52, 2017.
- 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.
- BORBA, M. D. C.; LACERDA, H. D. G. Políticas públicas e tecnologias digitais: Um celular por aluno. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 17, n. 3, 2015.
- BORDIN, G. D. **Potencialidades de uso do software de videoanálise Tracker no ensino de física**. 2020. 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, 2020.
- BRAGA, A. R. **Mapeamento de objetos de aprendizagens para o ensino de física no ensino médio usando os seis temas estruturadores do PCN**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) — Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014.
- 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 abr. de 2020.
- BROWN, D.; COX, A. J. Innovative uses of video analysis. **The Physics Teacher**, v. 47, n. 3, 2009.
- CARDOSO, M. J. C.; ALMEIDA, G. D. S.; SILVEIRA, T. C. Formação continuada de professores para uso de tecnologias da informação e comunicação (tic) no brasil. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 29, p. 97–116, 2021.
- CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P. O ensino e aprendizagem de física no século xxi: sistemas de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real. **Revista Brasileira de Ensino de Física (Impresso)**, v. 31, p. 4501–4501–6, 2009.

CGI. COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras: TIC Educação 2018**, 2018. Disponível em: <https://cetic.br/media/docs/publicacoes/216410120191105/tic_edu_2018_livro_eletronico.pdf>. Acesso em abr. de 2020.

EUROPEAN COMMISSION. **Survey of School: ICT in Education**. Luxemburgo, 2013. 182 p. Disponível em <<https://ec.europa.eu/digital-single-market/sites/digital-agenda/files/KK31-13-401-EN-N.pdf>>. Acesso em ago. de 2019.

HEREDIA, J. R.; PÁDUA MAGALHÃES, A. de; VILLELA, M. L. B. Software de física: Contribuições e utilização para uma aprendizagem significativa em escolas do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 2, p. 384–406, 2021.

JESUS, V. L. B. de; SASAKI, D. G. G. O experimento didático do lançamento horizontal de uma esfera: Um estudo por videoanálise. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, 2015.

KURZ, D. L.; BEDIN, E. As potencialidades das tecnologias de informação e comunicação para a área das ciências da natureza: uma investigação em periódicos da área. **Interfaces da Educação**, v. 10, n. 30, p. 199–220, 2019.

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

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021.

OLIVEIRA, F. A. de *et al.* Videoanálise e ensino de física em situação de vulnerabilidade social. **Abakós**, v. 7, n. 2, p. 3–21, 2019.

PERES, M. V. *et al.* **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.

PRATA, C. L.; AZEVEDO, A. C. A. **Objetos de aprendizagem: uma proposta de recurso pedagógico**. Brasília: MEC, SEED, 2007.

RIZZATTI, I. M. R. *et al.* 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, 2020.

ROCHA, T. de O. *et al.* Obstáculos enfrentados por professores do ensino médio na abordagem da evolução biológica em itapetinga-ba. In: **Revista Metáfora Educacional**. – versão on-line, n. 15 (jul. – dez. 2013), Feira de Santana – Bahia (Brasil): A. Garcia Santos, 2013. p. 252–267. ISSN 1809-2705. Disponível em: <<http://www.valdeci.bio.br/revista.html/>>. Acesso em 19 de out. de 2020.

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

VALENTE, J. A. **EDUCOM: A história do projeto Educom**. 2006. Disponível em: <<https://www.nied.unicamp.br/projeto/educom/>>. Acesso em 26 de abr. de 2020.

VARGAS, A.; ROCHA, H. V. da; FREIRE, F. M. P. Promídia: produção de vídeos digitais no contexto educacional. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 5, n. 2, 2007.

WEE, L. K. L. Open source physics, in practice 1. In: PRACTICE 1(1). Ministry of Education, 213. p. 58–63.