



Física forense: o estado da arte no ensino de física no Brasil

Forensic physics: the state of the art in physics teaching in Brazil

WELLINTON ANGI VALIN DE SOUZA¹, GUSTAVO BESSE MASSINI², FABIANO CÉSAR CARDOSO³

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Câmpus Universitário de Sinop, Avenida Alexandre Ferronato, 1200, Setor Industrial, Sinop, MT, CEP: 78550-728.

²Universidade Federal Fluminense, Instituto do Noroeste Fluminense de Educação Superior, Avenida João Jasbick, s/nº, Bairro Aeroporto, Santo Antônio de Pádua, RJ, CEP: 28470-000.

³Perícia Oficial e Identificação Técnica, Gerência de Criminalística de Sinop, Rua das Ipoméias, 1201, Setor Industrial Norte, Sinop, MT, CEP: 78550-540.

Resumo

Física Forense é a área da Criminalística destinada a resolução de crimes que envolvam conceitos de Física, como em acidentes de trânsito e disparos de arma de fogo. Devido ao efeito didático que a Física Forense pode acarretar, objetiva-se neste artigo apresentar e analisar o cenário atual das pesquisas em Física Forense no ensino de Física no Brasil, por meio de artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso e trabalhos publicados em eventos. Especificamente, busca-se conhecer o Estado da Arte dos trabalhos publicados na área e categorizá-los, analisando alguns aspectos, como: o nível escolar onde ocorrem as aplicações ou propostas, os Objetos de Conhecimento de Física e de Física Forense, como as propostas/aplicações estão organizadas e, se são da realidade do aluno ou fictícias. Alguns resultados apontam que as regiões sul e sudeste se destacam com mais trabalhos publicados, sendo a maioria deles voltados ao Ensino Médio; além disso, a maior parte utiliza atividades fictícias, e não da realidade dos estudantes. Finalmente, a Física Forense surge como um tema enriquecedor a ser utilizado em sala de aula, por facilitar o envolvimento e interação dos educandos, torná-los ativos e não passivos, e ser por essência um trabalho de investigação científica.

Palavras-chave: *Ciência Forense, Educação Básica, Efeito CSI, Ensino de Ciências, Interdisciplinaridade.*

¹welliton-a.s@hotmail.com

²bessemassini@gmail.com

³fabianocesarc Cardoso@gmail.com

Abstract

Forensic Physics is the area of Criminalistics devoted to solving crimes that involve concepts of physics, such as traffic accidents and gunfire. Due to the didactic effect that Forensic Physics can have, the objective of this paper is to present and analyze the current scenario of research in Forensic Physics in Physics teaching in Brazil, by means of scientific papers, end-of-course papers, and papers published in events. Specifically, we seek to know the State of the Art of the works published in the area and categorize them, analyzing some aspects, such as: the school level where the applications or proposals occur, Objects Knowledge of the Physics and Forensic Physics, how the proposals/applications are organized, and whether they are from the student's reality or fictitious. Some results point out that the South and Southeast regions stand out with more published works, most of them aimed at high school; moreover, the great majority of them use fictitious activities, not from the reality of the students. Finally, Forensic Physics emerges as an enriching topic to be used in the classroom because it facilitates student involvement and interaction, makes them active rather than passive, and is by essence a work of scientific investigation.

Keywords: *Basic Education, CSI Effect, Forensic Science, Interdisciplinarity, Science Teaching.*

I. INTRODUÇÃO

A Ciência Forense, ou Criminalística, é definida por Tonietto et al. (2013, p. 5) como "a ciência destinada à observação, interpretação e descrição dos elementos sensíveis encontrados nos locais de crime, nos instrumentos utilizados pelo agente ou mesmo no corpo da pessoa", cujo objetivo é desenvolver um vínculo entre as coisas, pessoas e circunstâncias que sejam do interesse judiciário (TONIETTO et al., 2013). A Ciência Forense é composta por diversas áreas científicas, como Física, Química, Biologia, Matemática, Engenharias, Odontologia, Medicina, Computação, dentre outras (BAETA et al., (s. d.); LUCENA; OLIVEIRA, 2015; SCATENA, 2010; TONIETTO et al., 2013), de modo que a Física Forense é responsável pela análise de fenômenos físicos na Criminalística, como Acidentes de Trânsito, Balística e Papiloscopia.

A Polícia Técnico-Científica, Polícia Científica, ou Perícia Oficial Criminal¹ é a responsável por dar auxílio à Justiça, no que compete a análise e interpretação dos vestígios de um crime, que resulta em um documento técnico, o Laudo Pericial Criminal (TONIETTO et al., 2013). Já faz alguns anos que séries televisivas, filmes e livros vêm retratando o trabalho pericial, tais como CSI (Crime Scene Investigation), Criminal Minds, Dexter, Sherlock Holmes, Hercule Poirot, entre outros. Essas obras ocasionaram, o que é denominado por

¹Nomenclatura adotada em estados da federação em que a instituição à qual os peritos estão vinculados é autônoma da estrutura da Polícia Judiciária Civil, como ocorre em Mato Grosso com a POLITEC (Perícia Oficial e Identificação Técnica). Neste momento, tramitam nos âmbitos do Poder Legislativo, projetos de lei (PL 7479/2014, por exemplo) e propostas de emenda da Constituição (PEC n° 76 de 2019, por exemplo) que buscam unificar e estabelecer melhor no Brasil, a nomenclatura e o trabalho pericial.

muitos pesquisadores, o Efeito CSI, que é a forma na qual a Ciência é utilizada para resolver crimes na televisão, causando "um aumento das expectativas do público da ciência e a um mal-entendido de como a ciência forense realmente funciona" (VALE, 2013, p. 15), pois dá-se a entender, por exemplo, que um mesmo profissional é responsável por todas as etapas da perícia, assim como o contato direto com os suspeitos.

Devido a popularização entre os jovens por séries e filmes demonstrando o trabalho pericial, a Física Forense surge então como uma excelente alternativa a ser utilizada em sala de aula, e indo além, com possibilidades de realizar a interdisciplinaridade com diversas disciplinas da Educação Básica (TEODORO, 2018). Além disso,

O ensino da ciência forense pode ser adequado para qualquer idade, uma vez que, conceitos básicos como classificação dos tipos de impressões digitais, podem ser ensinados já no ensino primário, possibilitando que as crianças sejam motivadas a construir um pensamento crítico e resolver problemas do cotidiano relacionados à ciência, de forma agradável (TEODORO, 2018, p. 37).

Dessa forma, objetiva-se apresentar e analisar o cenário atual das pesquisas em Física Forense no ensino de Física no Brasil, por meio de artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso (Monografia de Graduação, Dissertação de Mestrado e Tese de Doutorado) e trabalhos publicados em eventos. Especificamente, busca-se conhecer o Estado da Arte², ou Estado do Conhecimento, dos trabalhos publicados na área e categorizá-los; e analisar seus seguintes aspectos: região geográfica brasileira onde as pesquisas aconteceram, as Instituições de Ensino Superior (IES) as quais estão vinculadas aos trabalhos, o nível escolar onde ocorrem as aplicações ou propostas, os Objetos de Conhecimento³ (OCs) de Física e Física Forense, como as propostas/aplicações estão organizadas e se são da realidade do aluno ou fictícias.

Muitos trabalhos são publicados diariamente, fazendo com que haja um volume muito grande de informações. Desse modo, os trabalhos do tipo Estado da Arte conseguem mapear e discutir certa temática, organizando e divulgando seus resultados de uma maneira direta e objetiva (FERREIRA, 2002). Além disso,

²Silva, Souza e Vasconcellos (2020) relatam a existência de pequenas diferenças entre os termos "Estado da Arte" e "Estado do Conhecimento". Para as autoras, Estado da Arte se refere a um estudo mais amplo, envolvendo diferentes tipos de pesquisas, ênfases, aprofundamentos e registros diversos, possibilitando um diálogo com pesquisadores de outras áreas e mostrando a riqueza de dados de suas pesquisas. Por outro lado, o Estado do Conhecimento é uma metodologia mais restrita, em que se aborda somente um campo das publicações de determinada área, permitindo identificar os aspectos que mais são valorizados e seus referenciais teóricos adotados. Apesar disso, "fazer um Estado da Arte ou Estado do Conhecimento têm em comum o objetivo de 'olhar para trás', rever caminhos percorridos, portanto possíveis de serem mais uma vez visitados por novas pesquisas, de modo a favorecer a sistematização, a organização e o acesso às produções científicas e à democratização do conhecimento" (pg. 2). Dessa maneira, como no Brasil ambos os termos são muito utilizados como sinônimos, e seguindo a metodologia adotada, nesse artigo não será realizada sua diferenciação, sendo admitidos como semelhantes.

³"Aqui entendidos como conteúdos, conceitos e processos" (BRASIL, 2018, p. 28).

Essa compreensão do estado do conhecimento sobre um tema, em determinado momento, é necessária no processo de evolução da ciência, a fim de que se ordene periodicamente o conjunto de informações e resultados já obtidos, ordenação que permita a indicação das possibilidades de integração de diferentes perspectivas, aparentemente autônomas, a identificação de duplicações ou contradições e a determinação de lacunas e vieses (SOARES; MACIEL, 2000, p. 9).

Assim, além da importância das pesquisas do tipo Estado da Arte, este artigo ancora-se na Base Nacional Comum Curricular⁴ (BRASIL, 2018), tendo em vista que o ensino de Física Forense se relaciona com habilidades e competências presentes na BNCC, como a contextualização dos conteúdos, estimulando a curiosidade e criatividade dos discentes para resolverem problemas reais ou fictícios; a relação entre as disciplinas, não excluindo as particularidades de cada uma, mas trabalhando em conjunto tendo em vista que a realidade não é descrita isoladamente; e também por possibilitar aos discentes uma formação cidadã, pois os conhecimentos de Física Forense podem auxiliar em uma educação para o trânsito e a tomar melhores decisões, por exemplo.

Finalmente, o ensino de Física Forense pode contribuir para o abandono de práticas tradicionais de ensino por parte do professor, assim como combater a desmotivação, apatia e desinteresse dos discentes nos estudos, e a mudar um ensino centrado no docente, que não considera os conhecimentos prévios dos alunos (SOUZA, 2020). Dessa forma, o ensino de Física precisa deixar de ser enfadonho e rotineiro, para que os estudantes não percam o interesse pela escola (FONSECA, 2008), e que essa disciplina deixe de ter um estereótipo de ser muito difícil e abstrata, e comece a fazer sentido na vida dos aprendizes.

II. FÍSICA FORENSE

A palavra perícia deriva do latim *peritia*, que tem significado de conhecimento e/ou experiência, o qual demonstra que a perícia exige conhecimentos de diversas áreas para que a investigação de determinado delito seja constatada (SILVA, T. H. C., 2019). No Brasil, o Perito Criminal, ou Cientista Forense, é o profissional que possui ensino superior e foi admitido no cargo por meio de concurso público, cujo objetivo é "auxiliar a Justiça e, para tal, busca, analisa e interpreta vestígios, relacionando-os à infração penal, fomentando conclusões acerca de delitos" (TONIETTO et al., 2013, p. 5).

Dentre as diversas áreas de conhecimento da Perícia Criminal, uma das que mais se destaca é a Física, devido a diversos crimes necessitarem de algum conhecimento dessa área para sua elucidação, como acidentes de trânsito, crimes com arma de fogo, identificação de digitais, dentre outros (SCATENA, 2010). A área da Física na Criminalística é a Física

⁴A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é o documento oficial do Ministério da Educação do Brasil para a Educação Básica, sugerindo as aprendizagens essenciais que os estudantes devem desenvolver ao longo de todos os anos de estudo, para que assim seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento sejam garantidos.

Forense, que é "a parte da Física destinada à observação, análise e interpretação dos fenômenos físicos naturais de interesse judiciário" (NEGRINI NETO, 2002, p. 124).

Um dos eventos que mais ocorrem em nossa sociedade são os acidentes de trânsito, sendo considerados um grande problema de saúde pública global, incluindo o Brasil, pois dados publicados pelo DATASUS (BRASIL, 2021) mostram que, entre os anos de 2014 e 2019, cerca de 219.751 pessoas perderam a vida sendo vítimas de acidentes por transportes terrestres, sem contar os acidentes onde não há mortes e os acidentes interurbanos. Isso faz com que as maiores ocorrências dos peritos sejam na resolução de casos envolvendo acidentes de trânsito, mediante o uso de conceitos básicos de mecânica clássica, como tempo, velocidade, massa, vetor e quantidade de movimento, entre outros exemplificados por Almeida (2015).

Outra ocorrência frequente que exige a expertise dos peritos criminais acontece na análise de disparos de arma de fogo; a Balística Forense é a responsável por esse estudo e é por definição a

parte do conhecimento criminalístico e médico legal que tem por objeto, especial, o estudo das armas de fogo, da munição e dos fenômenos e efeitos próprios dos tiros destas armas, no que tiverem de útil ao esclarecimento e à prova de questões de fato, no interesse da justiça, tanto penal como civil (RABELLO, 1982, p. 18).

Além de procurar todos os itens relacionados a uma determinada arma no momento de um crime, a Balística Forense busca também especificar a trajetória do projétil, as distâncias dos disparos, as possíveis marcas de ricochetes, a posição do atirador e da vítima (DAL MAGRO; KRAEMER, 2017). Dessa forma, ao buscar interpretar a cena de um crime com armas de fogo, o perito leva em consideração, além de toda a análise de balística, a "presença de pegadas, presença de munição, manchas de sangue, orifícios provocados por projéteis de arma de fogo etc." (DAL MAGRO; KRAEMER, 2017, p. 15).

Outro evento forense em que a Física se destaca é na papiloscopia. "Papiloscopia é a ciência que trata da identificação humana por meio das papilas dérmicas" (MULLER, 2012, p. 12), isto é, a identificação de um ser humano por meio de suas digitais, sejam elas nos dedos (Datiloscopia), na palma da mão (Quiroscopia) ou na planta do pé (Podoscopia) (SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA, 2015). Diversificadas são as formas de revelação de uma digital, podendo ser por meio de reagentes, como o Cianocrilato, a Ninidrina, o Amido Black, o Nitrato de Prata, o Vapor de Iodo, e o DFO (1,8-DIAZAFLUOREN-9-UM), sendo que este último necessita de luz ultravioleta, devido seu caráter fluorescente; pode-se utilizar ainda alguns pós, como pó fluorescente e pó de carvão (CRUZ et al., 2016; MONTEIRO, 2011; TEODORO, 2018).

Por volta de 1997, pesquisadores fizeram a primeira clonagem de um mamífero (ovelha Dolly), acarretando uma grande divulgação na mídia e em diversos ambientes formais e informais, sendo posteriormente utilizado por professores em sala de aula; todo esse alvoroço em torno desse evento ficou conhecido como Efeito Dolly (DIAS FILHO; ANTEDOMENICO, 2010). Semelhante a isso, é vivenciado as consequências do Efeito CSI, em que, por meio

das famosas séries televisivas, há nos telespectadores uma "visão idealizada e irrealista do trabalho do perito durante uma investigação criminal" (AIELLO, 2011, p. 21).

Nas séries televisivas, filmes e até mesmo em livros de literatura de ficção, o trabalho do Perito Criminal, ou do processo de perícia como um todo, não está de acordo com a realidade, como: i) a investigação na cena do crime e/ou no laboratório não ocorrem com tanta velocidade; ii) a maioria dos laboratórios forenses não possuem todos os equipamentos necessários para toda e qualquer tipo de investigação; iii) todas as perícias realizadas não são finalizadas apenas com sucessos; iv) geralmente não se leva em conta alguma investigação criminal em que não se incrimine alguém; v) os bancos de dados não possuem todas as informações necessárias, havendo muitas lacunas; vi) os peritos geralmente não entram em contato com os suspeitos⁵; vii) são diversas pessoas envolvidas em uma investigação, e não apenas duas ou três; viii) o resultado da perícia não determinará o veredito final, sendo apenas uma ferramenta de prova, estando entre a prova e a sentença; dentre outros (AIELLO, 2011; TONIETTO et al., 2013; VALE, 2013). Apesar disso, o Efeito CSI possibilita um grande efeito didático ao disseminar o trabalho da perícia e divulgar, mesmo que com muitas partes irreais, o modo como se desenvolve, e utiliza-se, a Ciência e a Tecnologia.

III. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O Estado da Arte, sobre Física Forense no ensino de Física no Brasil, aqui investigado seguiu o modelo de pesquisa de Souza e Malavazi (2021), mas com algumas adaptações. A pesquisa foi dividida em três fases: a primeira se utiliza de descritores para realizar a busca nos ambientes de pesquisa (revistas científicas, bases indexadoras de artigos⁶, etc.); a segunda é realizada a leitura do título, resumo e palavras-chave dos trabalhos identificados na fase anterior, e a última é a leitura integral desses estudos selecionados na segunda fase.

A primeira fase foi realizada entre 19 de maio de 2020 e 02 de junho de 2020, e consistiu na utilização dos seguintes conjuntos de descritores: Ciência Forense e Ensino e, Física Forense e Ensino. Os ambientes de pesquisas foram diversos, abrangendo revistas científicas, bases indexadoras, trabalhos de conclusão de curso (graduação, mestrado e doutorado) e eventos de ensino de Física e ensino de Ciências.

As revistas científicas foram encontradas por meio da Plataforma LivRe (Revistas de Livre Acesso)⁷, onde pesquisou-se nas seguintes áreas de conhecimento: Ciências Exatas e da Terra: Ciências Exatas e da Terra (Geral), Ciências Exatas e da Terra: Física, Ciências Humanas (Geral): Ensino de Ciências e Matemática, e Ciências Humanas (Geral): Educação; totalizando 1.195 revistas consultadas e 518 trabalhos encontrados.

As bases indexadoras consultadas foram: Portal de Periódicos CAPES/MEC⁸, DOAJ

⁵O contato geralmente ocorre em casos como o de coleta de grafismos, de reproduções simuladas, dentre outros.

⁶De acordo com o Laboratório de Periódicos Científicos (2015) os indexadores têm a finalidade de levar aos leitores informações dos artigos publicados em diversos periódicos, facilitando a investigação do material de interesse, sem que seja necessária uma rigorosa busca em várias revistas científicas.

⁷Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/centro-de-informacoes-nucleares/livre>. Acesso em: 19 mai 2020.

⁸Disponível em: <http://www.periodicos.capes.gov.br/>. Acesso em: 19 mai 2020.

(Directory of Open Access Journals)⁹, SciELO (Scientific Electronic Library Online)¹⁰, Redib (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico)¹¹, Biblat (Bibliografía Latinoamericana em revistas de investigación científica y social)¹², Google Scholar¹³, Scilit (Scientific Literature)¹⁴, Clase (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades)¹⁵, Periodica (Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias)¹⁶, Oasisbr (Portal Brasileiro de publicações científicas em acesso aberto)¹⁷, Latindex (Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal)¹⁸, Dialnet¹⁹, Sumários.org (Sumários de Revistas Brasileiras)²⁰ e PKP Index²¹; totalizando 719 trabalhos encontrados.

Os trabalhos de conclusão de curso abrangem as Monografias de Graduação, as Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado, que foram investigados no Portal Domínio Público²², na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações²³, na Biblioteca Nacional²⁴ e no repositório de dissertações do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física²⁵, totalizando 620 trabalhos identificados.

Foram exploradas as atas de três dos maiores eventos de ensino de Física e ensino de Ciências no Brasil, sendo o EPEF (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física)²⁶, o SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física)²⁷ e o ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências)²⁸. No EPEF foram visitadas as atas da quarta à décima sétima edição, pois as três primeiras não estavam disponíveis online; no SNEF, as atas da quarta e oitava edição também não foram encontradas na rede; no ENPEC todas as atas estavam disponíveis. Foram encontrados na primeira fase da pesquisa 12.022 trabalhos; esse número expressivo de investigações ocorreu devido diversas edições dos eventos não possuírem um campo específico de busca, sendo selecionados todos para a segunda fase.

Na segunda fase da pesquisa foi realizada a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos trabalhos selecionados na etapa anterior, resultando em 31 estudos. Na última

⁹Disponível em: <https://doaj.org/>. Acesso em: 19 mai 2020.

¹⁰Disponível em: <http://www.scielo.br/>. Acesso em: 19 mai 2020.

¹¹Disponível em: Red Iberoamerica de InnovaciÃşn y Conocimiento CientÃşfico. Acesso em: 19 mai 2020.

¹²Disponível em: Biblat - Bibliografía latinoamericana (unam.mx). Acesso em: 19 mai 2020.

¹³Disponível em: Google Acadêmico. Acesso em: 19 mai 2020.

¹⁴Disponível em: Scilit - Scientific Literature. Acesso em: 19 mai 2020.

¹⁵Disponível em: CLASE - Búsqueda básica (unam.mx). Acesso em: 19 mai 2020.

¹⁶Disponível em: PERIODICA - Búsqueda básica (unam.mx). Acesso em: 19 mai 2020.

¹⁷Disponível em: <http://oasisbr.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 19 mai 2020.

¹⁸Disponível em: Latindex. Acesso em: 19 mai 2020.

¹⁹Disponível em: Dialnet (unirioja.es). Acesso em: 19 mai 2020.

²⁰Disponível em: Sumários.org | Sumários de Revistas Brasileiras (sumarios.org). Acesso em: 19 mai 2020.

²¹Disponível em: PKP Index (sfu.ca). Acesso em: 19 mai 2020.

²²Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/PesquisaObraForm.jsp>. Acesso em: 19 mai 2020.

²³Disponível em: <http://bdtd.ibict.br/vufind/>. Acesso em: 19 mai 2020.

²⁴Disponível em: <https://www.bn.gov.br/>. Acesso em: 19 mai 2020.

²⁵Disponível em: Dissertações MNPEF | MNPEF (fisica.org.br). Acesso em: 19 mai 2020.

²⁶Disponível em: EPEF (sbfisica.org.br). Acesso em: 19 mai 2020.

²⁷Disponível em: SNEF (sbfisica.org.br). Acesso em: 19 mai 2020.

²⁸Disponível em: ENPECs Anteriores ABRAPEC Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (abrapecnet.org.br). Acesso em: 19 mai 2020.

fase foi realizada a leitura integral das obras selecionadas na segunda fase, resultando finalmente em vinte e um trabalhos, sendo nove Artigos Científicos, quatro Monografias de Graduação, quatro trabalhos apresentados nos eventos, três Dissertações de Mestrado e um Produto Educacional. Vale destacar que no Apêndice A²⁹ estão disponibilizadas todas as revistas científicas da plataforma LivRe pesquisadas na primeira fase, assim como os demais ambientes de pesquisa, constando o total de trabalhos encontrados na primeira e segunda fase.

Após a seleção dos trabalhos que se alinham aos objetivos dessa pesquisa, houve a formação de cinco categorias, sendo elas: categoria I: **Acidentes de Trânsito**, categoria II: **Balística**, categoria III: **Desenvolvimento de Software**, Categoria IV: **Física Forense como Tema Secundário**, e categoria V: **Interdisciplinar**. A formação das categorias se deu por meio do Método Indutivo, ou Método das Categorias Emergentes, em que busca-se

Construir as categorias com base nas informações contidas no corpus. Por um processo de comparação e contrastação constantes entre as unidades de análise, o pesquisador vai organizando conjuntos de elementos semelhantes, geralmente com base em seu conhecimento tácito (MORAES, 2003, p. 197).

Dessa maneira, as categorias foram sendo formadas no decorrer das leituras integrais dos trabalhos, o que fez com que fossem agrupados os trabalhos de assuntos parecidos, originando as cinco categorias propostas.

IV. DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS

Os vinte e um textos selecionados na terceira fase estão descritos cronologicamente por categorias, a começar pela categoria I - **Acidentes de Trânsito** -, a qual contempla quatro trabalhos que buscam propor ou aplicar atividades relacionadas aos acidentes de trânsito no cotidiano dos estudantes.

Souza et al. (2015) aplicaram uma sequência didática em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio (EM) de uma escola privada de São Paulo. A atividade consistiu na participação dos alunos em resolver um acidente de trânsito fictício. O acidente simulava a colisão entre dois automóveis, em que um veículo estava na contramão e acima da velocidade permitida. Por fim, os autores afirmaram que os discentes incorporaram o papel de perito, e associaram o caso às séries de televisão, como CSI.

Souza et al. (2017) efetuaram uma atividade com quinze educandos do nono ano do Ensino Fundamental (EF) de uma escola da rede privada de São Paulo. Essa atividade consistiu aos aprendizes agirem como peritos para elucidar o caso de uma simulação de acidente de trânsito, e assim responder às questões feitas pelo juiz responsável pelo julgamento. Segundo os autores, os discentes se sentiram na função de perito, facilitando o envolvimento e interação com a atividade.

²⁹O Apêndice A está disponível online no seguinte endereço eletrônico: <<https://1drv.ms/b/s!Aik6CTo8ysMpgvR1x6X9QRbyThqBwA?e=bvgrNJ>>.

Carvalho (2018) apresenta uma sequência didática composta por seis módulos, em que cada módulo é discutido um conteúdo diferente de mecânica (colisões, energia, impulso, etc.), no qual é constantemente associado aos acidentes de trânsito. A sequência didática foi aplicada em uma turma do oitavo ano do EF e duas turmas do terceiro ano do EM de uma escola estadual do estado do Paraná. Finalmente, o autor enfatiza a importância do "conhecimento na sala de aula, pois, notadamente, o conhecimento científico pode contribuir para o desenvolvimento social, mais qualidade de vida e melhorar educação no trânsito, tanto pelos condutores, quanto os pedestres" (p. 27).

Silva, A. J. (2019) argumenta uma proposta sucinta de utilizar a Física Forense como metodologia ativa no ensino de Física no EM e na Educação de Jovens e Adultos (EJA). Metodologias ativas de ensino objetivam tornar o aprendiz o protagonista de sua aprendizagem, deixando de ser um sujeito passivo para se tornar um sujeito ativo na construção de seu conhecimento (LOVATO et al., 2018). A ideia principal do autor é mostrar a importância de contextualizar o ensino de Física à realidade dos discentes, devido aos acidentes de trânsito estarem presentes diariamente na vida dos estudantes.

A segunda categoria - **Balística** - é dedicada ao trabalho que propõe atividades de Física Forense para estudar lançamento oblíquo.

Souza (2018) apresenta uma sequência didática de quatro aulas sobre o ensino de lançamento oblíquo, baseando-se na balística da Física Forense, na qual propõe que seja desenvolvido em turmas de primeiro ano do EM. A proposta é fundamentada em uma manchete real de um jornal, sendo seu título: Atirador mata combatente do Estado Islâmico com disparo a 3,5 km de distância. Nas atividades são abordados assuntos sobre: trajetória parabólica, movimento no plano cartesiano, velocidade, resistência do ar, ângulo, altura máxima, alcance, tempo, vídeos sobre balística, dentre outros.

A terceira categoria - **Desenvolvimento de Software** - dedica-se aos dois trabalhos que comentam sobre a elaboração de softwares voltados às análises de acidentes de trânsito, de modo que é abordado toda a Física envolvida em sua criação.

Negrini Neto (2002) relata o desenvolvimento de um software que visa auxiliar o perito forense na elucidação de um acidente de trânsito, fazendo uso do princípio de conservação da quantidade de movimento. O autor não cita diretamente sua utilização no ensino, porém pode-se destacar que esse software tem condições de ser utilizado em sala de aula, devido ser "de operação simples e de resultado imediato e preciso" (p. 127).

Gurgel et al. (2015) desenvolveram um software para investigação em Física Forense com base na mecânica, para facilitar o perito na resolução de acidentes de trânsito. O artigo apresenta equações e fórmulas físicas utilizadas no software, demonstrando cinco diferentes exemplos de aplicação do aplicativo, e um exemplo de acidente real. Por fim, os autores abordaram a disponibilidade do software para o ensino de Física, pois sendo de acesso livre, os usuários têm a opção de incluir novas situações que lhe forem necessárias.

A quarta categoria - **Física Forense Como Tema Secundário** contempla os dois trabalhos que não buscam ensinar tópicos de Física Forense, como os demais trabalhos, mas sim ensinar OCs de Física que possam vir a ser utilizados no ensino de Física Forense.

Lucena (2014) faz um levantamento de três acidentes que aconteceram na região da cidade de Patos na Paraíba. O objetivo do trabalho é realizar uma pesquisa dos acidentes de trânsito da região e aplicar na sala de aula, para discutir os temas de Física e da educação

no trânsito. O autor argumenta que esse assunto é propício e enriquecedor de ser levado para a aula, pois causa curiosidade nos discentes, podendo ser utilizadas experiências dos próprios estudantes.

Tenório, Leite e Tenório (2014) usaram o episódio 182 (Miami, we have a problem) da série televisiva CSI Miami em uma turma do segundo ano do EM de uma escola militar. O objetivo dos autores é analisar se os aprendizes conseguem captar os conteúdos científicos da série, em especial de Física, e responder a um questionário em seguida, em que esse questionário é de acordo com o conteúdo curricular.

Na categoria V **Interdisciplinar** encontra-se doze trabalhos que vão além de apenas ensinar OCs de Física, ultrapassando essa barreira e inter-relacionando com outras disciplinas, como Química, Biologia, Matemática, dentre outras.

Dias Filho e Antedomenico (2010) comentam a importância da mídia ao divulgar descobertas científicas, e essa divulgação ser inserida em sala de aula como forma de motivar os alunos a estudarem, devido a situação ser de grande comoção; não apenas com descobertas científicas, mas também com crimes/acidentes que acabam estando em voga em algum momento. Os autores propuseram duas atividades interdisciplinares a serem aplicadas no ensino. A primeira é sobre a detecção de sangue, no qual a disciplina de Biologia explica os componentes do sangue e suas respectivas funções. E a segunda atividade é a determinação da hora da morte por meio da temperatura corporal, em que se utilizam cálculos que mostram a queda gradativa da temperatura.

Monteiro (2011) aplica uma sequência didática com seis aulas para um grupo de trinta estudantes voluntários do terceiro ano do EM de uma escola pública do Distrito Federal. O objetivo do autor é ensinar radiações eletromagnéticas (tanto em seu caráter ondulatório quanto corpuscular) com base nos preceitos do movimento Ciência - Tecnologia - Sociedade (CTS), perícia forense e a teoria sócio-histórico de Lev Vygotsky. Segundo Monteiro, a prática realizada gerou excelentes resultados, tornando a aula de Física interessante e estimulante, fugindo do ensino tradicional.

Sebastiany et al. (2013) elaboram quatro propostas de experimentos, que eles chamam de módulo didático, sendo o primeiro módulo a papiloscopia, o segundo as pegadas na cena de um crime, o terceiro módulo sobre manchas de sangue e finalmente o último sobre balística. A ideia dos autores é que essas experiências sejam interdisciplinares entre a Química, a Física e a Matemática, e que além disso sejam levadas para a sala de aula, obviamente fazendo as adaptações necessárias à realidade de cada classe, escola e estudantes.

Sebastiany, Pizzato e Salgado (2015) abordam uma atividade fundamentada em um Ambiente Interativo de Aprendizagem (AIA) a partir da metodologia RPG (Role Playing Game). A atividade foi desenvolvida com doze discentes de EM de uma escola estadual, em que os educandos atuam como peritos na elucidação de um crime fictício. O AIA possui dois ambientes físicos, o primeiro é a cena do crime com todas suas pistas, e o segundo é o laboratório de Análises Forenses, onde os alunos realizavam as experimentações e pesquisas sobre as evidências do crime, que envolviam manchas de sangue, papiloscopia, pegadas, balística e entorpecentes.

Cruz et al. (2016) aplicam aspectos da Química, Física e Biologia Forense em três turmas do nono ano do EF de uma escola privada, em cada turma foram divididos dois grupos de estudantes para agirem como peritos e resolverem um crime fictício de roubo. Os

discentes tinham que encontrar o criminoso através da identificação da presença de sangue no local do crime, da identificação do DNA e da identificação das impressões digitais. Os autores comentam que as atividades tiveram enorme significado no aprendizado dos discentes, e além do mais, eles citam que essa prática foi incorporada pela escola nas aulas de Laboratório de Química.

Souza (2016) executa uma sequência didática com vinte e dois aprendizes do segundo ano do EM de uma escola pública. A atividade é a análise de um crime de suicídio, ou assassinato, de um juiz, possuindo dois cenários, o primeiro virtual contendo a cena fictícia do crime, o necrotério e o laboratório de análises, e o segundo presencial em sala de aula, sendo outro laboratório de análises. A dinâmica foi realizada em 5 momentos, que são: contextualização e explicação do tema aos discentes, contato dos alunos com a ocorrência do crime, primeiras hipóteses com as descobertas vindas do necrotério, momento de pensar na solução do caso e testar na cena do crime e a elaboração do laudo técnico.

Aguiar et al. (2017) fizeram uma oficina didática interdisciplinar, que foi aplicada em duas turmas de terceiro ano por estudantes do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) de Física, Biologia e Química. A oficina consistiu na análise de um assassinato, que foi encenado pelos alunos do PIBID, e os discentes do terceiro ano, em grupos de cinco, tinham que investigar o crime quanto a entomologia forense, impressões digitais, balística, drogas, resíduo de tiro e botânica forense. Segundo os autores, os educandos se mostraram muito interessados e motivados pela oficina, fazendo-os refletir sobre a importância da Ciência na sociedade.

Aguiar, Salgado e Passos (2017) desenvolveram uma oficina de Ciência Forense e outras duas atividades, sendo as oficinas de bruxaria³⁰ e de radiações. A interdisciplinaridade se deu entre a Biologia, a Física e a Química por meio da papiloscopia, balística e entomologia. Os autores relatam que no fim de cada dinâmica foram realizados testes práticos, que consistia na resolução de um crime fictício, em que os discentes, em grupos, utilizavam as técnicas aprendidas para elucidar o crime.

Oliveira et al. (2017) aplicaram uma atividade interdisciplinar a estudantes do segundo ano do Curso Técnico Integrado de Mecânica, por meio das disciplinas de Biologia, Física, Língua Portuguesa e Química. Essa prática consistiu em cinco etapas no decorrer de seis semanas, em que os alunos tinham que resolver um crime fictício e por fim redigir um relatório científico. Segundo os resultados dos autores, essa atividade interdisciplinar obteve excelentes resultados, pois aumentou o interesse dos aprendizes pelas disciplinas, motivando-os e ampliando sua participação no decorrer das atividades.

Poletto (2017) propõe cinco atividades separadas em módulos didáticos. No texto são apresentados os experimentos e há sugestões do autor de como o professor poderia utilizar cada experimento em sala de aula. Os módulos propostos envolveram o intervalo pós-morte, impressões digitais, pegadas, balística e manchas de sangue. O autor planeja que esses módulos didáticos sirvam como metodologia ativa no ensino de Ciência Forense, e que por meio da interdisciplinaridade possa mudar a postura passiva dos alunos em sala de aula.

Antunes (2018) emprega a atividade a uma turma de ensino superior no curso de Licenci-

³⁰Na Oficina de Bruxaria é realizada uma série de experimentos científicos, encenando, inicialmente, que os fenômenos obtidos pelos experimentos são magias, mas que depois é desmistificado, realizando a explicação de seus aspectos químicos (AGUIAR; SALGADO; PASSOS, 2017).

atura em Ciências Naturais, especificamente na disciplina de Biologia Celular: Embriologia e Histologia. Esse trabalho enfatiza a metodologia de ensino ativa Sala de Aula Invertida³¹, no qual objetiva-se analisar se essa estratégia auxilia os discentes a aprender aspectos de Ciência Forense. A atividade foi composta de quatro etapas, cujas três primeiras buscaram preparar os aprendizes para resolver um crime de assassinato fictício. A resolução do crime ocorreu na última etapa, em que o delito de homicídio foi contra um administrador de empresas, que de acordo com as evidências foi executado na empresa em que trabalhava e seu corpo foi encontrado a 24 km de distância, próximo de seu carro em uma ribanceira. Finalmente, segundo o autor, diante dos resultados, a estratégia de ensino ativa Sala de Aula Invertida demonstrou ser um facilitador do aprendizado pelos estudantes participantes.

Teodoro (2018) cria um Clube de Ciências, no qual objetiva discutir tópicos de Ciência Forense. Assim, foram selecionados, por meio de um teste, 12 alunos do EF para participar do clube. A atividade aconteceu em 10 encontros com os discentes, envolvendo papiloscopia, no qual investigou-se digitais espalhadas pela escola; extração de DNA, onde em laboratório os estudantes extraíram de um morango; e, por fim, a análise de um crime fictício. A pesquisa foi fundamentada principalmente na Alfabetização Científica (AC), que, baseando-se nas ideias de Paulo Freire "pode ser entendida como a formação do sujeito para compreensão dos conhecimentos, práticas e valores de uma área de conhecimento para análise de situações e tomada de decisões em ocasiões diversas de sua vida" (SILVA; SASSERON, 2021, p. 5). A autora notou que a prática realizada por meio do Clube de Ciências surtiu os efeitos esperados, que era os de acordo com a AC, sendo o levantamento de hipóteses, o teste dessas hipóteses, justificativa, previsão, explicação e o raciocínio lógico/proporcional.

V. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1 retrata o ano em que os trabalhos investigados foram publicados.

Nota-se que há aproximadamente vinte anos que o primeiro trabalho sobre o ensino de Física Forense foi publicado, o que evidencia o quão recente é a discussão de querer utilizar essa Ciência no âmbito do ensino. Além disso, é observado que há uma lacuna de oito anos até o segundo ser publicado em 2010, e a partir desse instante quase todos os anos houve pelo menos um, com exceção de 2012. Outro ponto a ser notado é que de 2014 em diante, mais de um trabalho começou a ser publicado, atingindo um máximo em 2017 com cinco textos; porém em 2019 recuou novamente a um, o que pode-se supor que pesquisas podem ter sido desenvolvidas e submetidas a revistas científicas, mas não foram publicadas a tempo de serem consideradas em nossa pesquisa.

De acordo com a Figura 2, das vinte e uma pesquisas consultadas, observa-se que uma é um Produto Educacional (CARVALHEIRO, 2018), três são Dissertações de Mestrado

³¹Como apontado pelo autor, em síntese, o método Sala de Aula Invertida propõe inverter a maneira na qual o ensino é praticado atualmente, com a exposição passiva do conteúdo em classe e a resolução de exercícios como dever de casa; assim, com esse método, o conteúdo é aplicado na moradia do estudante, por meio de vídeos, textos de leitura etc., e a sala de aula se destina a tirar dúvidas, resolver exercícios, atividades experimentais, dentre outras, de maneira que o professor possa explorar melhor o tempo na sala de aula e o aprendiz se coloca como o responsável em construir sua aprendizagem.

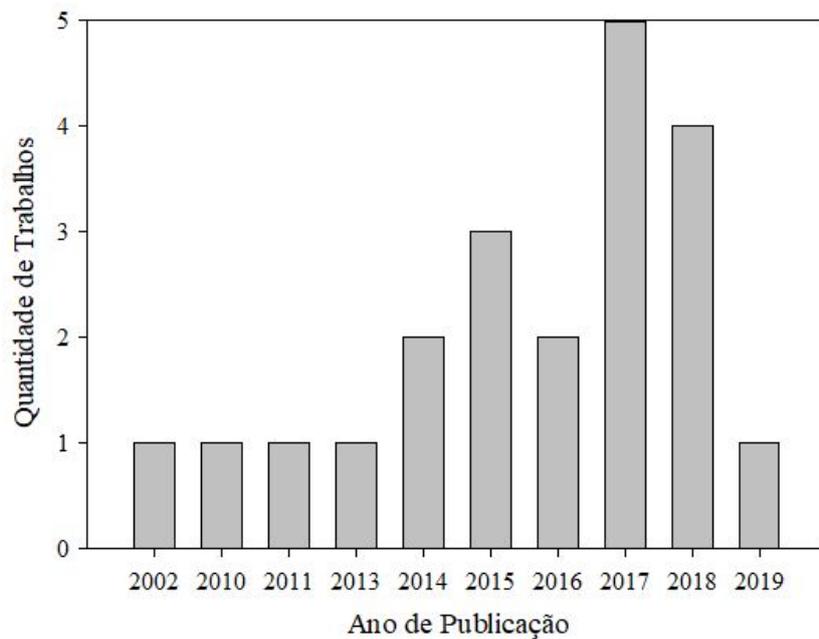


Figura 1: Gráfico indicando o ano de publicação dos trabalhos.
Fonte: os autores

(MONTEIRO, 2011; SOUZA, 2016; TEODORO, 2018), quatro são Monografias de Graduação (LUCENA, 2014; ANTUNES, 2018; SOUZA, 2018; SILVA, A. J., 2019), quatro são Trabalhos Apresentados em Eventos (SOUZA et al., 2015; AGUIAR et al., 2017; AGUIAR; SALGADO; PASSOS, 2017; SOUZA et al., 2017) e nove são Artigos Científicos (NEGRINI NETO, 2002; DIAS FILHO; ANTEDOMENICO, 2010; SEBASTIANY et al., 2013; TENÓRIO; LEITE; TENÓRIO, 2014; GURGEL et al., 2015; SEBASTIANY; PIZZATO; SALGADO, 2015; CRUZ et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2017; POLETTO, 2017).

Não foi encontrada nenhuma Tese de Doutorado, essa informação vai ao encontro daquelas obtidas por Siemsen e Lorenzetti (2017), em que nota-se que pesquisas de mestrado são desenvolvidas, mas não vão adiante para Programas de Pós-Graduação em nível de doutorado, levando "a um não aprofundamento teórico e prático nesta temática" (SIEMSEN; LORENZETTI, 2017, p. 189).

Conforme é indicado na Figura 3, quanto às regiões geográficas onde aconteceram as pesquisas, é possível verificar que dois terços das investigações ocorreram nas regiões sul e sudeste, sendo sete em cada uma, em que na região sul temos os trabalhos de Sebastiany et al. (2013), Sebastiany, Pizzato e Salgado (2015), Aguiar et al. (2017), Aguiar, Salgado e Passos (2017), Poletto (2017), Antunes (2018) e Carvalheiro (2018); e na região sudeste os textos de Negrini Neto (2002), Tenório, Leite e Tenório (2014), Souza et al. (2015), Souza (2016), Souza et al. (2017), Souza (2018) e Teodoro (2018). A região nordeste vem em seguida com três estudos (LUCENA, 2014; CRUZ et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2017), seguida pela região norte com dois (GURGEL et al., 2015; SILVA, A. J., 2019), a região centro-oeste com um (MONTEIRO, 2011) e um trabalho que não especifica a região onde foi aplicada (DIAS FILHO; ANTEDOMENICO, 2010).

Esses dados estão de acordo com o exposto por Siemsen e Lorenzetti (2017), em que confrontam outros autores por indicarem que na região sudeste há mais pesquisas sendo

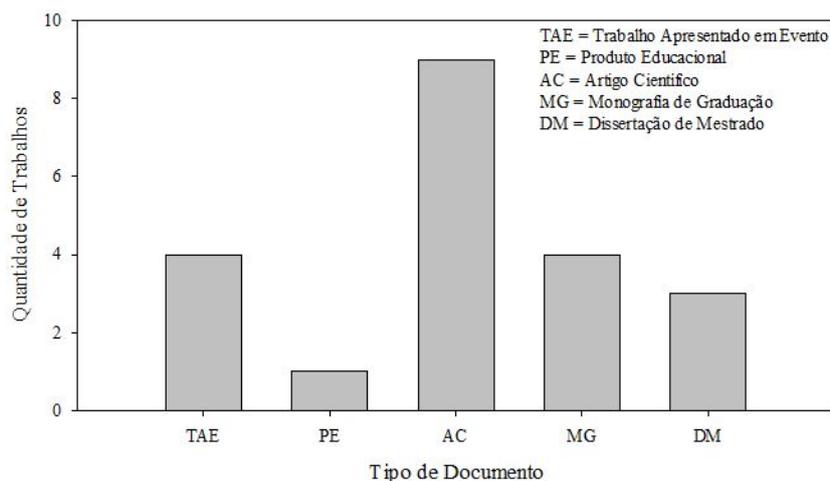


Figura 2: Gráfico mostrando o tipo do documento dos textos investigados.

Fonte: os autores

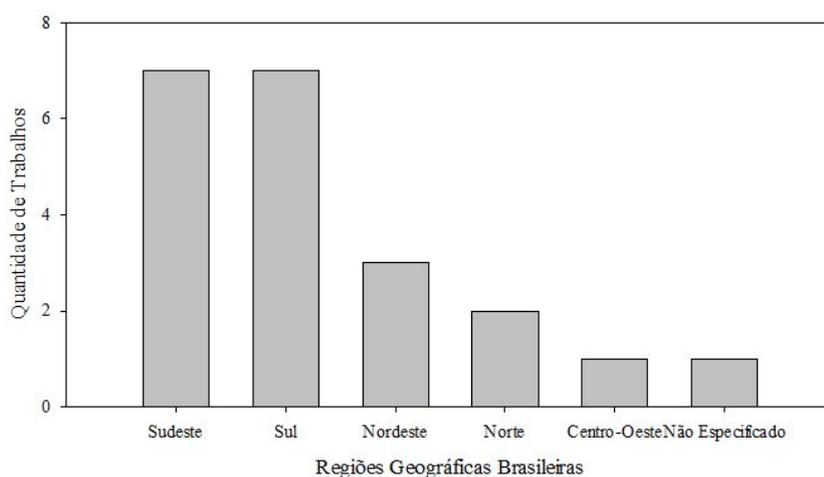


Figura 3: Gráfico demonstrando as regiões geográficas brasileiras onde as pesquisas aconteceram.

Fonte: os autores

desenvolvidas, por haver uma quantidade maior de Programas de Pós-Graduação.

Como esperado a partir da discussão sobre as regiões geográficas, a Figura 4 mostra que as IES mais presentes estão localizadas na região sul e sudeste, sendo três trabalhos na UNIFESP (Universidade Federal de São Paulo) (SOUZA et al., 2015; SOUZA et al., 2017; TEODORO, 2018), e três trabalhos na UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul) (SEBASTIANY et al., 2013; AGUIAR et al., 2017; AGUIAR; SALGADO; PASSOS, 2017), além disso, outras três pesquisas não apresentam a IES na qual está vinculada (NEGRINI NETO, 2002; DIAS FILHO; ANTEDOMENICO, 2010; CRUZ et al., 2016).

Todos os demais textos estão vinculados a uma IES distinta, sendo Monteiro (2011) na UNB (Universidade de Brasília), Lucena (2014) na UEPB (Universidade Estadual da Paraíba), Tenório, Leite e Tenório (2014) na PUC-RJ (Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro), Gurgel et al. (2015) na UNIFESSPA (Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará.), Sebastiany, Pizzato e Salgado (2015) na UNIVATES (Universidade do Vale do Taquari), Souza (2016) na UNIFEI (Universidade Federal de Itajubá), Oliveira et al. (2017)

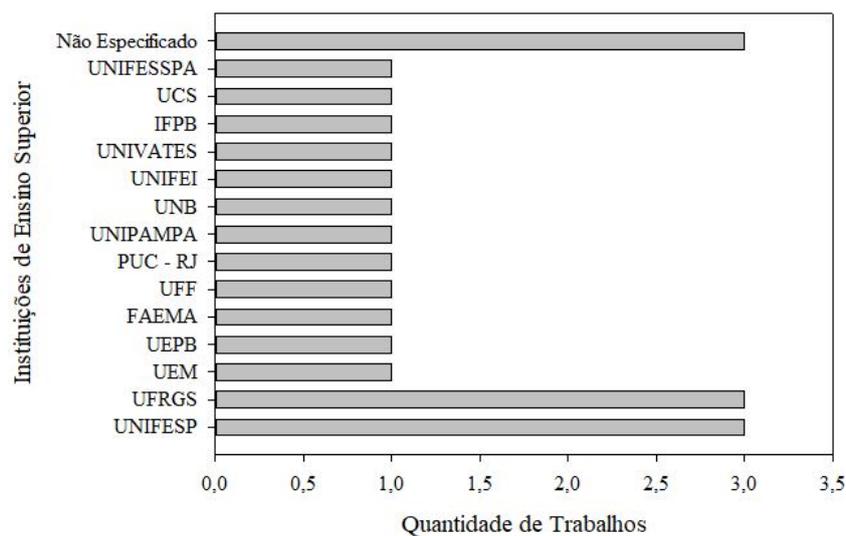


Figura 4: Gráfico representando as Instituições de Ensino Superior (IES) vinculadas aos trabalhos.
Fonte: os autores

no IFPB (Instituto Federal da Paraíba), Poletto (2017) na UCS (Universidade de Caxias do Sul), Antunes (2018) na UNIPAMPA (Universidade Federal do Pampa), Carvalheiro (2018) na UEM (Universidade Estadual de Maringá), Souza (2018) na UFF (Universidade Federal Fluminense), e Silva, A. J. (2019) na FAEMA (Faculdade de Educação e Meio Ambiente).

Esses dados evidenciam uma continuação da pesquisa em ensino de Física Forense na UNIFESP e na UFRGS, o que demonstra a preocupação dos docentes dessas instituições em desenvolver novas práticas para o ensino desse tema. Ao mesmo tempo que nas demais instituições citadas não se observa essa continuação, indo ao encontro do que já exposto por Souza e Malavazi (2021), em que são elaboradas apenas pesquisas aleatórias e pontuais.

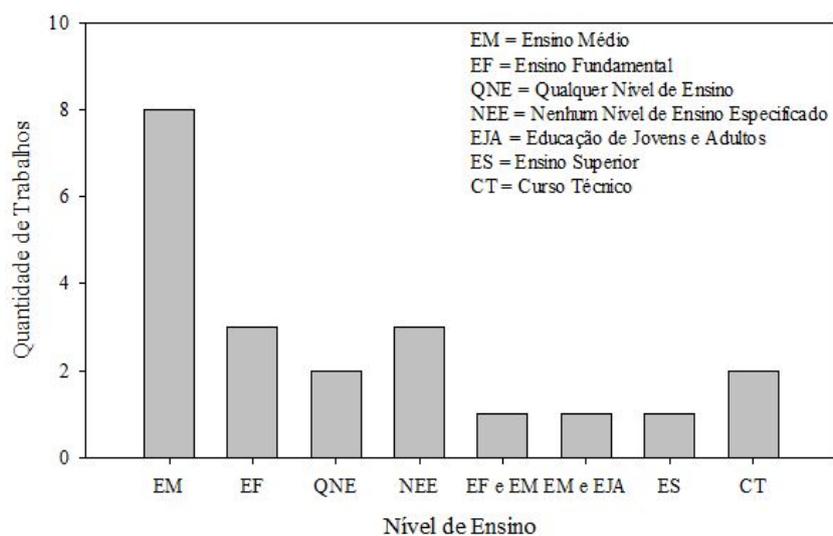


Figura 5: Gráfico representando o nível escolar de ensino em que as práticas ou propostas foram aplicadas.
Fonte: os autores

Quanto ao nível de ensino, a Figura 5 demonstra que oito trabalhos são voltados ao

EM (AGUIAR et al., 2017; LUCENA, 2014; MONTEIRO, 2011; SEBASTIANY; PIZZATO; SALGADO, 2015; SOUZA, 2016; SOUZA, 2018; SOUZA et al., 2015; TENÓRIO; LEITE; TENÓRIO, 2014), três para o EF (CRUZ et al., 2016; SOUZA et al., 2017; TEODORO, 2018), um para o EF e EM (CARVALHEIRO, 2018), um para o EM e EJA (SILVA, A. J., 2019), um para o ES (ANTUNES, 2018), dois para Cursos Técnicos (NEGRINI NETO, 2002; OLIVEIRA et al., 2017), dois trazem que pode ser utilizado em qualquer nível (SEBASTIANY et al., 2013; POLETTO, 2017), e três não especificam o nível de ensino (AGUIAR; SALGADO; PASSOS, 2017; DIAS FILHO; ANTEDOMENICO, 2010; GURGEL et al., 2015).

Especificamente no EM, Aguiar et al. (2017) aplicam em duas turmas de terceiro ano; Lucena (2014) propõe ao primeiro ano; Monteiro (2011) emprega no terceiro ano; Sebastiany, Pizzato e Salgado (2015) utilizam a alunos de EM; Souza (2016) executa no segundo ano; Souza (2018) sugere ao primeiro ano; Souza et al. (2015) destinam ao terceiro ano; Tenório, Leite e Tenório (2014) efetuam no segundo ano. No EF, Cruz et al. (2016) aplicam a três turmas de nono ano; Souza et al. (2017) empregam em uma turma de nono ano; Teodoro (2018) destina a alunos entre os sextos e nonos anos. Carvalho (2018) dedica-se a uma turma de oitavo ano do EF e duas turmas de terceiro ano do EM; Silva, A. J. (2019) destina-se ao EM e EJA; Antunes (2018) emprega a uma turma de ES do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, especialmente na disciplina de Biologia Celular, Embriologia e Histologia; Negrini Neto (2002) aplica em um Curso de Formação Técnico-Profissional de Peritos, enquanto Oliveira et al. (2017) executam no segundo ano de um Curso Técnico Integrado de Mecânica.

Diante do exposto anteriormente, nota-se que grande parte das pesquisas são direcionadas ao EM, revelando que há escassez de propostas no desenvolvimento de atividades para outros níveis de ensino, como o EF, ES e a EJA. Dessa maneira, o EF e a EJA surgem como oportunidades a serem desenvolvidos novos projetos acerca de Física Forense, sendo na disciplina de Física, ou de maneira interdisciplinar com outras áreas do conhecimento. Além disso, verifica-se que a Física Forense tem totais condições de ser utilizada no ES, seja por meio das disciplinas ditas duras como Mecânica Clássica, ou em práticas de ensino voltadas às licenciaturas.

Quanto aos OCs de Física, devido diversos estudos abordarem os acidentes de trânsito e os casos de balística, a grande área mais citada é a Mecânica, onde se encontram palavras com bastante ênfase como velocidade, movimento, princípio de conservação da quantidade de movimento, gravidade, força de atrito, leis de Newton, lançamento oblíquo, tempo, espaço e energia, dentre outras com menor destaque como trabalho, impulso, resistência do ar etc. A Termodinâmica também é uma área da Física com bastante realce, em que encontram-se termos como temperatura, calor, equilíbrio térmico, ponto de fusão e ebulição, dentre outras. A Física Moderna também se mostra bastante empregada, onde OCs como comprimento de onda, dualidade onda-partícula, efeito fotoelétrico e quantização de energia são encontradas.

Pouco evidenciado é o estudo do Eletromagnetismo, encontrando-se somente os conceitos de radiações eletromagnéticas e o espectro eletromagnético; bem como as cores na Óptica e a dinâmica dos fluídos com a equação de Bernoulli. Dessa maneira, destaca-se a necessidade de novas pesquisas serem desenvolvidas explorando outras áreas da física, tais como a eletricidade, magnetismo, física nuclear, astronomia, computação etc., exigindo a discussão

de outros tipos de acidentes que ocorrem em nossa sociedade.

Balística e acidentes de trânsito são os OCs de Física Forense que mais possuem ênfase nas pesquisas analisadas, seguidas, com menor destaque, pelos termos papiloscopia, assassinato, temperatura corporal no pós-morte e laudo pericial. Isso evidencia a necessidade de se explorar outros tipos de acidentes, que possa discutir outros campos da Ciência Forense, abordando também outros OCs de Física, enriquecendo as práticas que podem ser desenvolvidas em classe.

Em relação aos acidentes de trânsito, eles surgem como uma excelente oportunidade a serem aplicados em sala de aula, pois como afirma Beal, Paludo e Chultz (2018) e Mendonça (2020), o trânsito é um problema de saúde pública global, devido as enormes taxas de mortes anualmente. Assim, o estudo dos acidentes pode acarretar o desenvolvimento de diversas competências nos discentes, como auxiliá-los a tomar melhores decisões no trânsito; ser consciente, tanto como futuro motorista, quanto como pedestre ou ciclista; respeitar as leis, dar preferência, dentre outros aspectos.

Outro ponto a destacar é a inclusão do tema Trânsito Consciente como um Projeto Integrador³² em novos livros do EM, como ocorre em Mendonça (2020), onde a autora discute o conceito de trânsito sustentável, a mobilidade urbana, a redução da poluição e a segurança de todos os cidadãos no trânsito. Isso evidencia que a Física Forense pode ser utilizada como intermediadora entre o conteúdo de Física que o aluno precisa aprender e a educação no trânsito, tão importante nos dias atuais.

Em relação às intenções dos estudos em aplicar ou somente propor suas atividades, nota-se que 67 % dos trabalhos buscam realizar a aplicação em sala de aula, enquanto 33% optam por apenas fazer uma proposta. A aplicação é efetivada por 14 trabalhos, sendo eles: Negrini Neto (2002), Monteiro (2011), Tenório, Leite e Tenório (2014), Souza et al. (2015), Sebastiany, Pizzato e Salgado (2015), Souza (2016), Cruz et al. (2016), Souza et al. (2017), Aguiar, Salgado e Passos (2017), Aguiar et al. (2017), Oliveira et al. (2017), Carvalheiro (2018), Antunes (2018) e Teodoro (2018). Já o desenvolvimento das propostas é feito por 7 pesquisas, sendo elas: Dias Filho e Antedomenico (2010), Sebastiany et al. (2013), Lucena (2014), Gurgel et al. (2015), Poletto (2017), Souza (2018) e Silva, A. J. (2019).

Consoante aos dados apresentados, é possível constatar que dois terços dos textos preocupam-se em levar a prática para a sala de aula, o que demonstra a importância de muitos autores em publicarem seus textos com os resultados validados, para que outros pesquisadores possam vir a replicar sua prática, fielmente, em partes ou com modificações. Por outro lado, os trabalhos que surgem como propostas estão disponíveis a serem aplicados em sala de aula, para que seja possível analisar seus possíveis resultados, e então realizar alterações na atividade ou legitimá-los.

³²Mendonça (2020, p. 8) explica aos leitores do livro o que é um projeto integrador. "Nos projetos integradores deste livro, você investigará problemas de dimensões globais, relacionando-os com aspectos do seu dia a dia e da comunidade onde mora. Os projetos são chamados de integradores porque, para desenvolvê-los, serão utilizados conhecimentos não só da área de Ciências da Natureza, mas também de outras áreas do saber. Além disso, você poderá desenvolver competências gerais, ou seja, que não estão relacionadas a apenas uma área do saber, como a capacidade de argumentar, interpretar um texto, investigar nos moldes científicos, utilizar tecnologias digitais para se comunicar e muitas outras. Neste livro, cada projeto é pensado como um caminho ou percurso que será orientado por uma questão norteadora. Trata-se de uma pergunta formulada a partir de um problema real que ocorre no mundo e que servirá como uma bússola, lembrando a você do objetivo do projeto".

Quanto a utilização, por parte das investigações, de conceitos, modelagem matemática ou ambas juntas, é possível verificar que 59% dos textos utilizam apenas ideias conceituais em suas propostas ou aplicações, 5% utilizam somente modelagem matemática e 36% utilizam tanto uma quanto a outra. A modelagem matemática é utilizada apenas por Gurgel et al. (2015). A utilização de conceitos é feita por Monteiro (2011), Tenório, Leite e Tenório (2014), Sebastiany, Pizzato e Salgado (2015), Souza (2016), Cruz et al. (2016), Souza et al. (2017), Aguiar, Salgado e Passos (2017), Aguiar et al. (2017), Oliveira et al. (2017), Poletto (2017), Antunes (2018), Teodoro (2018) e Silva, A. J. (2019). E a utilização tanto de modelagem matemática quanto conceitual é realizada por Negrini Neto (2002), Dias Filho e Antedomenico (2010), Sebastiany et al. (2013), Lucena (2014), Souza et al. (2015), Carvalheiro (2018) e Souza (2018).

Nota-se que a maioria dos textos (treze) procuram utilizar apenas conceitos de Física Forense, enquanto um faz uso de apenas modelagem matemática, e sete empregam ambos os tipos de utilização. Isso demonstra uma preocupação maior em fazer o aluno aprender os conceitos que norteiam tanto a Física Forense quanto os conceitos da Física, do que realizar uma modelagem matemática. Dessa forma, é importante destacar a necessidade de novas pesquisas utilizarem resolução matemática na solução dos delitos, como os exemplificados por Almeida (2015) na análise de acidentes de trânsito, em que se observa serem de totais condições para que alunos de EM consigam resolver.

Considerando o aparecimento de atividades da realidade do estudante ou fictícias, observa-se que 81% das pesquisas utilizam atividades fictícias em suas práticas, enquanto 9% utilizam atividades reais, 5% utilizam atividades reais e fictícias e 5% fazem apenas uma exposição do conteúdo, não contendo atividades a serem realizadas pelos discentes.

Os trabalhos que realizam somente atividades fictícias são: Negrini Neto (2002), Dias Filho e Antedomenico (2010), Sebastiany et al. (2013), Tenório, Leite e Tenório (2014), Souza et al. (2015), Sebastiany, Pizzato e Salgado (2015), Souza (2016), Cruz et al. (2016), Souza et al. (2017), Aguiar, Salgado e Passos (2017), Aguiar et al. (2017), Oliveira et al. (2017), Poletto (2017), Carvalheiro (2018), Antunes (2018), Teodoro (2018) e Silva, A. J. (2019). A pesquisa que realiza a aula expositiva é de Monteiro (2011). Os textos que utilizam atividades reais são Lucena (2014) e Souza (2018), em que Lucena mostra três casos de acidentes de trânsito que ocorreram na cidade de Patos na Paraíba e em cidades vizinhas, e Souza que analisa o disparo de arma de fogo realizada por um atirador a 3,5 km de distância do alvo. Finalmente, uma publicação se utilizou tanto de atividades fictícias quanto reais, sendo Gurgel et al. (2015), em que o fato consiste na análise de um acidente de trânsito feito pelo software desenvolvido.

As informações apresentadas estão de acordo com o exposto por Souza e Malavazi (2021), em que se observa nas pesquisas uma tendência de serem utilizadas atividades fictícias, no qual deixa de explorar situações vivenciadas pelos alunos em seu cotidiano, seja presencial, ou por notícias divulgadas na mídia ou redes sociais. Além disso, a utilização de apenas atividades fictícias vai na contramão do que sugere a BNCC (BRASIL, 2018), em que espera-se que o aluno consiga investigar situações-problema e propor possíveis soluções que seja de interesse local, regional ou global.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível notar que é recente o intuito de levar aspectos de Física Forense para a sala de aula, devido ao primeiro trabalho ter sido publicado somente em 2002. Dessa forma, observa-se que nos últimos anos mais investigações têm sido publicadas, chegando a um máximo de cinco publicações em 2017. Entretanto, embora haja esse aumento de trabalhos divulgados recentemente, eles ainda estão ocorrendo de maneira tímida, pois desde o primeiro texto em 2002 até o último analisado em 2019, somente vinte e um trabalhos foram identificados em dezessete anos.

Além disso, não se observa uma continuidade nas pesquisas, ou seja, Monografias de Graduação não avançam em projetos para mestrados, e esses não avançam para doutorados, não acarretando novos estudos e/ou aplicações. Isso faz com que as propostas atuais sejam apenas repetições de práticas já realizadas muitas vezes por outros autores, como as investigações de acidentes de trânsito, ou por meio da balística ou papiloscopia (temas esses que aparecem constantemente nos trabalhos investigados). Com tudo isso, é visto que há uma grande oportunidade de novas pesquisas nessa área começarem a acontecer, devido haver diversas condições, ainda, a serem exploradas.

Quanto à geografia das pesquisas analisadas, nota-se que as regiões sul e sudeste se distinguem com quatorze trabalhos, com destaque para a UNIFESP e para a UFRGS com seis deles. Isso demonstra uma polarização das pesquisas a respeito dessa temática, em que é evidenciado a necessidade de Programas de Pós-Graduação, professores e estudantes de outras regiões brasileiras começarem a explorar a Física Forense como tema para o ensino de Física.

Verifica-se também, por meio dos trabalhos investigados, que oito deles são voltados ao EM, três ao EF, um ao ES, dois em Cursos Técnicos, e os demais aplicados ou propostos a qualquer nível de ensino ou em mais que um nível. Dessa forma, é observado que muitas pesquisas exploram as disciplinas específicas do EM, seja apenas em Física ou interdisciplinarmente com Biologia, Química etc. Assim, a disciplina de Ciências no EF acaba sendo esquecida, e até mesmo a Educação Infantil, pois conforme já pontua Teodoro (2018, p. 37), "o ensino da ciência forense pode ser adequado para qualquer idade, uma vez que, conceitos básicos como classificação dos tipos de impressões digitais, podem ser ensinados já no ensino primário".

Quanto aos OCs de Física, os termos mais explorados são aqueles relacionados aos acidentes de trânsito (OC de Física Forense mais estudado), como velocidade, movimento, atrito, Lei de Newton, dentre outras. Além disso, têm-se também termos de Física relacionados à balística e papiloscopia, como termometria, gravidade e lançamento oblíquo. A partir dessas informações surge a necessidade de novas pesquisas explorarem outros acontecimentos ligados a Física Forense, como por exemplo acidentes com fogo, eletricidade e radiação; e assim, conseguirem investigar outros conteúdos de Física que fogem de mecânica clássica.

Dentre as vinte e uma pesquisas, observa-se que 67% realizam a aplicação de suas atividades, enquanto 33% apenas mostram propostas a serem executadas. Além disso, 59% delas fazem apenas a utilização de conceitos físicos, 5% expõem somente modelagem matemática e 36% abrangem tanto ideias conceituais quanto matemáticas. Além do mais, 81% fazem uso de tarefas fictícias, enquanto apenas 9% utilizam fatos reais, 5% mesclam

atividades reais e fictícias e outros 5% apresentam uma aula expositiva. Dessa forma, têm-se que grande parte dos trabalhos realizam a aplicação em sala de aula de atividades fictícias, em que se exploram conceitos de Física.

Assim, enquanto a aplicação das atividades é um ponto positivo, pois, a partir disso, é possível modificá-la e então realizar melhorias ou adaptações; a questão de utilizar apenas conceitos e atividades fictícias tornam-se um grande ponto negativo, pois é deixado de explorar muitas variáveis, como a modelagem matemática de acidentes de trânsito. Consequentemente, essas práticas são opostas ao que pregam os documentos oficiais de educação e a literatura especializada, em que evidenciam que é preciso explorar vários pontos de vista e a realidade dos aprendizes.

Finalmente, a Física Forense é capaz de ser um tema motivador aos alunos para começarem a estudar Física, ou Ciências em geral, por conta de diversos autores afirmarem os benefícios que essa prática é capaz de desenvolver em sala de aula, tais como facilitar o envolvimento e a interação dos alunos, utilizar seus conhecimentos prévios, fugir do ensino tradicional, tornar a aula de Física interessante e estimulante, tornar os discentes ativos e não passivos etc. Assim, por intermédio de filmes, seriados de televisão, notícias divulgadas na mídia e em redes sociais, acidentes ocorridos na cidade ou em torno do aprendiz, a Física Forense surge como um tema enriquecedor a ser utilizado em sala de aula no ensino dos conteúdos de Física no EM, e de Ciências no EF, e em quaisquer outros ambientes de ensino em que se exploram conteúdos de Física.

REFERÊNCIAS DOS TRABALHOS INVESTIGADOS

AGUIAR, L. S.; ROSA, A. S.; JACKLE, L. E. J.; CUNHA, S. G.; LEMOS, C. S.; CSIZMAR, P. F.; RAKOWSKI, Í. K.; GASPARINI, V. J.; SILVA, A. C.; MOÇO, M. C. C.; SILVA, M. T. X.; SALGADO, T. D. M. Elaboração e aplicação de uma oficina interdisciplinar de Ciência Forense no Ensino Médio. In: *Práticas de Iniciação à Docências na Região Sul: Enfoques, Avaliação e Perspectivas*, 2017, São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/8214>. Acesso em: 02 dez. 2020.

AGUIAR, L. S.; SALGADO, T. D. M.; PASSOS, C. G. As Oficinas Temáticas de Bruxaria, Ciência Forense e de Radiações do Subprojeto PIBID/Química: contribuições para o ensino de química. In: *XIII Salão de Ensino da UFRGS*, 2017, Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/177893>. Acesso em: 01 dez. 2020.

ANTUNES, A. A. Ciências Forenses e o método aula invertida: contribuições para o ensino de Ciências Naturais no Ensino Superior. Dom Pedrito - RS. 27 f. [Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza)]. Universidade Federal do Pampa. 2018. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/3679>. Acesso em: 02 dez. 2020.

CARVALHEIRO, M. S. Física Forense aplicada ao ensino da Mecânica. Maringá PR. 75 f. [Produto Educacional da Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física)]. Universidade Estadual de Maringá. 2018. http://www.dfi.uem.br/prodeducacionais/mnpef/salvar.php?id=17%20Marcos%20Segale%20Carvalho_Produto%20Educacional_MNPEF_UEM%20_2018.pdfano=producao. Acesso em: 01 dez. 2020.

CRUZ, A. A. C.; RIBEIRO, V. G. P.; LONGHINOTTI, E.; MAZZETTO, S. E. A Ciência Forense no Ensino de Química por Meio da Experimentação Investigativa e Lúdica. *Química Nova na Escola*, v. 38, n. 2, p. 167-172, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20160022>. Acesso em: 02 dez. 2020.

DIAS FILHO, C. R.; ANTEDOMENICO, E. A Perícia Criminal e a Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências Naturais. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2, p. 67-72, 2010. Disponível em: 02-QS-6309.pdf (sbq.org.br). Acesso em: 02 dez. 2020.

GURGEL, W. P.; GOMES, L. M.; FERREIRA, F. C. L.; GESTER, R. M. Cálculo de velocidades em acidentes de trânsito: um software para investigação em física forense. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 37, n. 4, p. 4305, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11173741966>. Acesso em: 02 dez. 2020.

LUCENA, A. R. L. A Física Forense em sala de aula: investigação de acidentes de trânsito. Patos PB. 27 f. [Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Exatas)]. Universidade Estadual da Paraíba. 2014. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/js-pui/handle/123456789/6590>. Acesso em: 01 dez. 2020.

MONTEIRO, R. D. S. Uma proposta de abordagem do tema Radiação Eletromagnética baseada na proposta CTS de ensino. Brasília DF. 123 f. [Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências)]. Universidade de Brasília. 2011. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/9277>. Acesso em: 02 dez. 2020.

NEGRINI NETO, O. Soluções Eletrônicas para Cálculos de Velocidade em Acidentes de Trânsito. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 24, n. 2, p. 124-128, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-47442002000200007>. Acesso em: 02 dez. 2020.

OLIVEIRA, L. S.; RESENDE FILHO, J. B. M.; FIGUEIRÊDO, A. M. T. A.; FERREIRA, J. M. Interdisciplinaridade e Ciência Forense na perspectiva do ensino de Química: um estudo de caso em sala de aula. *Ciência em Tela*, v. 10, n. 2, p. 1-11, 2017. Disponível em: 1002sa4.pdf (ufrj.br). Acesso em: 02 dez. 2020.

POLETTO, M. A Ciência Forense como metodologia ativa no ensino de Ciências. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 12, n. 8, p. 88-100, 2017. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/696>. Acesso em: 02 dez. 2020.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; DEL PINO, J. C.; SALGADO, T. D. M. A utilização da Ciência Forense e da Investigação Criminal como estratégia didática na compreen-

são de conceitos científicos. *Educ. quím.*, v. 24, n. 1, p. 49-56, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v24n1/v24n1a9.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2020.

SEBASTIANY, A. P.; PIZZATO, M. C.; SALGADO, T. D. M. Aprendendo a investigar através de uma atividade investigativa sobre Ciência Forense e Investigação Criminal. *R. B. E. C. T.*, v. 8, n. 4, p. 252-287, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v8n4.1375>. Acesso em: 02 dez. 2020.

SILVA, A. J. O uso das Ciências Forenses com o tema trânsito como metodologias ativas para o ensino de Física no Ensino Médio e no Ensino de Jovens e Adultos. Ariquemes RO. 23 f. [Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física)]. Faculdade de Educação e Meio Ambiente. 2019. Disponível em: <https://repositorio.faema.edu.br/handle/123456789/2539>. Acesso em: 01 dez. 2020.

SOUZA, É. J.; TESTONI, L. A.; BROCKINGTON, G.; SOUZA, P. H. A perícia criminal vai à escola: uma proposta de utilização de elementos de Física Forense no ensino de Ciências. In: X ENPEC: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindoia, 2015. Disponível em: ANAIS :: X ENPEC (abrapecnet.org.br). Acesso em: 01 dez. 2020.

SOUZA, É. J.; YOSHIMURA, M. T. S.; PATRICIA, P.; TESTONI, L. A. O Jogo do Perito: uma proposta investigativa para o ensino de Ciências utilizando elementos de Física Forense. In: XI ENPEC: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, Florianópolis, 2017. Disponível em: XI ENPEC :: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (abrapecnet.org.br). Acesso em: 01 dez. 2020.

SOUZA, P. L. P. Balística: Física Forense para o ensino de lançamento oblíquo. Niterói RJ. 41 f. [Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física)]. Universidade Federal Fluminense. 2018. Disponível em: [Pilar Luiza Pereira de Souza.pdf](#) (uff.br). Acesso em: 01 dez. 2020.

SOUZA, T. A. Ciência Forense como lugar interdisciplinar no Ensino Médio: uma experiência docente. Itajubá MG. 131 f. [Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências)]. Universidade Federal de Itajubá. 2016. Disponível em: <https://repositorio.unifei.edu.br/js-pui/handle/123456789/469>. Acesso em: 02 dez. 2020.

TENÓRIO, T.; LEITE, R. M.; TENÓRIO, A. Séries televisivas de investigação criminal e o ensino de Ciências: uma proposta educacional. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 13, n. 1, p. 73-96, 2014. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen13/REEC_13_1_5_ex779.pdf. Acesso em: 02 dez. 2020.

TEODORO, S. D. E. O. A utilização do Clube de Ciências Forenses na promoção da Alfabetização Científica: estudo de caso. Diadema SP. 127 f. [Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática)]. Universidade Federal de São Paulo. 2018. Disponível em: [2018-0562.pdf](#) (unifesp.br). Acesso em: 25 nov. 2020.

REFERÊNCIAS DA PESQUISA

AIELLO, T. B. Análise toxicológica forense: da ficção científica à realidade. Sorocaba SP. 30 f. [Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas)]. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2011. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/reb/index>. Acesso em: 15 dez. 2020.

ALMEIDA, L. L. Manual de Perícias em Acidentes de Trânsito. 2. ed. Campinas: Millennium Editora, 2015.

BAETA, B.; DEODATO, C.; COSTA, F.; WASCONCELLOS, G.; ALVES, M. S. Módulo Inovador: Física Forense. Material de aula, Metodologia do Ensino de Física I: Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, São Paulo, (s. d.). Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1515327/mod_folder/content/0/Camila%20de%20Macedo%20Deodato%20Barbosa_4028133_assignsubmission_file_M%C3%B3dulo%20Inovador%20-%20F%C3%ADsica%20Forense.pdf?forcedownload=1. Acesso em: 25 nov. 2020.

BEAL, L.; PALUDO, C. A.; CHULTZ, R. M. Prevalência de acidentes de trânsito com vítimas fatais associadas à alcoolemia positiva do condutor: um estudo na Serra Gaúcha. *Revista Brasileira de Criminalística*, v. 7, n. 3, p. 21-27, 2018. Disponível em: <https://revista.rbc.org.br/index.php/rbc/article/view/222>. Acesso em: 08 dez. 2020.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Brasília, 2018.

BRASIL. Plano Nacional de Redução de Mortes e Lesões no Trânsito 2021 (Pnatrans). Secretaria Nacional de Trânsito, Ministério da Infraestrutura, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/Anexo_I_pnatrans.pdf. Acesso em: 04 ago. 2022.

DAL MAGRO, A. B.; KRAEMER, A. C. Interação entre projétil de arma de fogo e superfícies de vidro. *Revista Brasileira de Criminalística*, v. 6, n. 2, p. 7-17, 2017. Disponível em: <https://revista.rbc.org.br/index.php/rbc/article/view/167>. Acesso em: 10 dez. 2020.

FERREIRA, N. S. A. As Pesquisas Denominadas Estado da Arte. *Educação & Sociedade*, v. 79, n. 23, p. 257-272, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/es/v23n79/10857.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2020.

FONSECA, T. M. M. Ensinar X Aprender: Pensando a prática pedagógica. Material Didático: Secretaria de Estado da Educação, Superintendência da Educação, Programa de Desenvolvimento Educacional. Ponta Grossa. 2008. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1782-6.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2020.

LABORATÓRIO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS. Indexadores Para Periódicos Científicos: critérios de avaliação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://www.ufsc.br/lpcc/>

vel em: <http://laboratorio.periodicos.ufsc.br/files/2017/04/criterios_indexadores.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2020.

LOVATO, F. L.; MICHELOTTI, A.; SILVA, C. B.; LORETTO, E. L. S. Metodologias Ativas de Aprendizagem: Uma Breve Revisão. *Acta Scientiae*, v. 20, n. 2, p. 154-171, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.v20iss2id3690>. Acesso em: 31 jul. 2022.

LUCENA, A. R. L.; OLIVEIRA, J. M. L. A Física Forense em sala de aula: investigação de acidentes de trânsito no município de Patos PB. In: II CONEDU: Congresso Nacional de Educação, 2015, Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: <http://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/15140>. Acesso em: 25 nov. 2020.

MENDONÇA, V. L. De olho no futuro: Projetos integradores: Ciências da natureza e suas tecnologias. Volume único. 1. ed. São Paulo: Ática, 2020. Disponível em: <https://edocente.educar.tech/book-details>. Acesso em: 12 fev. 2021.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência Educação*, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. Disponível em: 04.pdf (scielo.br). Acesso em: 01 dez. 2020.

MULLER, J. E. F. A cadeia de custódia de vestígios papilares na Polícia Federal: uma proposta de normatização. Brasília DF. 67 f. [Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Execução de Política de Segurança Pública)]. Academia Nacional de Polícia. 2012. Disponível em: <https://periodicos.pf.gov.br/index.php/CadANP/article/view/12>. Acesso em: 14 dez. 2020.

RABELLO, E. Balística Forense. 2. ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 1982.

SCATENA, H. J. A Física aplicada à perícia criminal: fonética forense. Brasília DF. 32 f. [Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física)]. Universidade Católica de Brasília. 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DE SEGURANÇA PÚBLICA. Manual de Procedimentos Papi-loscopia e Identificação Civil. Departamento de Polícia Técnico-Científica, Instituto de identificação Aderson Conceição de Melo, Manaus, 2015. Disponível em: <https://irp-cdn.multiscreensite.com/63a687e5/files/uploaded/8082d76378dc367bceb215438f4aa398.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2020.

SIEMSEN, G. H.; LORENZETTI, L. A Pesquisa em Ensino de Astronomia para o Ensino Médio. *ACTIO*, v. 2, n. 3, p. 185-207, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3895/actio.v2n3.6838>. Acesso em: 07 mar. 2021.

SILVA, A. P. P. N.; SOUZA, R. T.; VASCONCELLOS, V. M. R. O Estado da Arte ou o Estado do Conhecimento. *Educação*, v. 43, n. 3, p. 1-12, 2020. DOI: <https://doi.org/10.15448/1981-2582.2020.3.37452>. Acesso em: 01 ago. 2022.

SILVA, M. B.; SASSERON, L. H. Alfabetização Científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 23, p. e34674, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>. Acesso em: 03 ago. 2022.

SILVA, T. H. C. A perícia e o perito criminal contábil: instrumentos a serviço da justiça. *Revista Brasileira de Criminalística*, v. 8, n. 1, p. 35-47, 2019. Disponível em: <https://revista.rbc.org.br/index.php/rbc/article/view/250>. Acesso em: 07 dez. 2020.

SOARES, M. B.; MACIEL, F. (Org.). Alfabetização. Série Estado do Conhecimento. Brasília: MEC/INEP/Comped, 2000. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484330/Alfabetiza%C3%A7%C3%A3o/f9ddff4f-1708-41fa-82e5-4f2aa7c6c581?version=1.3>. Acesso em: 29 ago. 2020.

SOUZA, W. A. V. Estratégia de Ensino Phillips 66 no Ensino Experimental de Física. Sinop MT. 112 f. [Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais e Matemática, Física)]. Universidade Federal de Mato Grosso. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.29350.55368>. Acesso em: 25 mar. 2021.

SOUZA, W. A. V.; MALAVAZI, M. C. Teoria dos Jogos: o Estado da Arte em Pesquisas no Contexto Educacional Brasileiro. *ALEXANDRIA: R. Educ. Ci. Tec.*, v. 14, n. 2, p. 47-82, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2021.e74069>. Acesso em: 01 ago. 2022.

TONIETTO, A.; TELLES, B.; ANDRADE, C. A.; DIAS FILHO, C. R.; MEDEIROS, E.; GOMES, J. A.; VALADARES, M. P. O. Qual o papel do Perito Criminal? *Revista Brasileira de Criminalística*, v. 2, n. 1, p. 5-6, 2013. Disponível em: <http://rbc.org.br/ojs/index.php/rbc/article/view/63>. Acesso em: 25 nov. 2020.

VALE, I. G. C. Ciência Forense na Escola a motivação para estudar Química. Portugal. 96 f. [Dissertação (Mestrado em Química Formação Contínua de Professores)]. Universidade do Minho, Escola de Ciências. 2013. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/25550>. Acesso em: 25 nov. 2020.