



UMA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE A INTEGRAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO COM ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA

*A LITERATURE REVIEW ABOUT THE INTEGRATION BETWEEN INFORMATION AND
COMMUNICATION TECHNOLOGIES WITH EXPERIMENTAL ACTIVITIES IN PHYSICS
TEACHING*

Naamã Lobosco Rodrigues Machado
Graduando em Licenciatura em Física
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
naamalrm@hotmail.com

Dioni Paulo Pastorio
Doutor em Educação em Ciências
Professor adjunto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
dionipastorio@hotmail.com

Resumo

No presente trabalho realizamos uma revisão sistemática da literatura referente às publicações nacionais sobre a utilização das tecnologias da informação e comunicação (TIC) integradas às atividades experimentais no ensino de Física e Ciências. Para isso, utilizamos a plataforma SUCUPIRA, a fim de encontrarmos as revistas (analisamos revistas de qualis A1, A2 e B1) e, subsequente a isso, os artigos a serem analisados na área de ensino. Os resultados apontam que, com o passar dos anos, a utilização das TIC no ensino de Física e Ciências vem ganhando maior notoriedade, muito em função do avanço das TIC e disponibilidade dos recursos tecnológicos, bem como pudemos concluir que a maioria dos trabalhos são propostas não implementadas. Quando analisado o nível de ensino ao qual estão ligadas as publicações, percebemos uma equidade entre o ensino médio e superior, e os conteúdos de Física mais abordados nesses trabalhos são oscilações, cinemática e eletromagnetismo, analogamente à isso, verificamos que os recursos tecnológicos mais utilizados foram os aparelhos de laboratório, seguidos dos softwares de análise e das simulações computacionais, e por fim, analisamos os avanços e desafios desta utilização no ensino de ciências.

Palavras-chave: TIC, Ensino de Física, Atividades Experimentais.

Abstract

In the present work, we carried out a systematic review of the literature referring to national publications on the use of information and communication technologies (ICT) integrated with experimental activities in the teaching of Physics and Sciences. For that, we used the SUCUPIRA platform, in order to find the journals (we analyzed journals of classification A1, A2 and B1) and, subsequent to that, the articles to be analyzed in the teaching area. The results show that, over the years, the use of ICT in the teaching of Physics and Sciences has gained greater notoriety, largely due to the advancement of ICT and the availability of technological resources, as well as we can conclude that most works are proposals not implemented. When analyzing the level of education to which the publications are linked, we perceive an equity between high school and higher education, and the Physics contents most addressed in these works are oscillations, kinematics and electromagnetism, similarly to this, we find that the most used technological resources it was laboratory equipment, followed by analysis software and computational simulations, and finally, we analyzed the advances and challenges of this use in science education.

Keywords: ICT, Physics Teaching, Experimental Activities.

1 INTRODUÇÃO

A comunicação tem sido um elemento não somente importante, como necessário para as sociedades humanas, ao levar-se em consideração que, por exemplo, a capacidade de trocar informações foi um fator crucial para a sobrevivência de diversos povos, em diferentes períodos da história. Nos dias atuais, ela vem ganhando cada vez mais importância e tem sido democratizada a tal ponto que a população tem acesso a ferramentas que antes só grandes empresas poderiam utilizar; porém, com o avanço das tecnologias, a capacidade de comunicação se estendeu de tal maneira que qualquer pessoa, com acesso à internet, pode conversar com alguém do outro lado do planeta quase que instantaneamente. E, para que isso seja possível, é necessário o uso e o desenvolvimento das denominadas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC).

O termo Tecnologias da Informação e Comunicação se refere a todos os recursos tecnológicos que facilitam a comunicação e a troca de informações. Em suma, elas podem ser *softwares* de computadores, *smartphones* e inteligências artificiais, ou *hardwares* como webcam, caixas de som e impressora, dentre outras ferramentas (DANTAS, 2011).

Atualmente, na sociedade mundial, umas das TIC mais difundidas são o computador e o smartphone. Quando nos referimos ao ensino, não poderia ser diferente. A utilização de computadores no contexto educacional é comumente dividida em dois períodos: antes e depois da criação dos computadores pessoais, os quais foram desenvolvidos no final da década de 70 do século XX e, com o passar dos anos, sua utilização foi cada vez mais difundida e democratizada ao redor do mundo (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003). Ainda, no final dos anos 1990 foi criada a *World Wide Web* (*www*), talvez a ferramenta responsável por formatar a maneira como conhecemos e utilizamos o computador atualmente (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003).

Nesse contexto, embora o currículo escolar ainda não esteja devidamente preparado para a inserção das TIC no ensino, grande parte da comunidade acadêmica acredita que as tecnologias no ensino contribuem de maneira significativa no aprendizado dos estudantes, tornando-os profissionais mais “modernos”, ou seja, melhor preparados para um mercado de trabalho cada vez mais concorrido (TRENTIN; SILVA; ROSA, 2018).

Na busca dessa maior aproximação entre as TIC e a sala de aula, diversos autores na área de pesquisa em ensino de Física e Ciências vêm investigando a inserção dessas ferramentas no processo de ensino-aprendizagem. Por exemplo, Fiolhais e Trindade (2003) explicitam cinco categorias em que o uso do computador pode contribuir significativamente para o ensino de Física, são elas: (i) Aquisição de dados; (ii) Multimídia; (iii) Realidade virtual; (iv) Internet e (v) Modelização e Simulação, sendo esta última, em específico, um dos focos da presente pesquisa, já que acreditamos que as simulações computacionais são de grande importância para o desenvolvimento da aprendizagem de Física, principalmente se integradas às atividades experimentais. Trentin, Silva e Rosa (2018), por sua vez, realizaram uma sequência didática apoiada nessa integração, onde apontam (p. 3): “Justifica-se a presente investigação e seu recorte em termos do uso das atividades experimentais e das tecnologias digitais, por considerar que tais recursos têm sido apontados na literatura como favorecedores da aprendizagem em Física”.

Paralelamente, as atividades experimentais são, há muito tempo, extremamente difundidas e utilizadas no âmbito do ensino de Física, o que evidencia claramente sua importância. Além disso, o seu uso pode promover o desenvolvimento de diversas habilidades

nos estudantes, tais como o trabalho colaborativo (LIMA; TAKAHASHI, 2013), uma vez que a maioria dessas atividades são realizadas em grupos ou mesmo em equipes, em laboratórios de ensino. Outro aspecto a ser destacado é a melhora na comunicação e no uso da linguagem (HEIDEMANN; ARAÚJO; VEIT, 2017), já que lhes é exigido que relatem e expliquem a realização da atividade, favorecendo o desenvolvimento das funções psíquicas superiores, em especial das operações sensório-motoras e de atenção (TRENTIN; SILVA; ROSA, 2018). Borges (apud TRENTIN; SILVA; ROSA, 2018) explicita que o ensino de ciências necessita de aulas experimentais em laboratório, afinal trata-se de uma disciplina de natureza experimental, e que negar a necessidade da utilização de laboratórios no ensino de ciências é “destituir o conhecimento científico de seu contexto” reduzindo-o apenas a leis, fórmulas e aplicações matemáticas.

Evidentemente, para que possa tornar significativo o processo de ensino-aprendizagem, tanto para estudantes quanto para professores, o uso das atividades experimentais como prática de ensino, não deve ser isolado de outras atividades. Deve-se primar pelo desenvolvimento crítico do estudante, desenvolvendo habilidades e competências inerentes a característica peculiar das atividades experimentais (BORGES, 2002). Uma das possibilidades de desenvolvimento de atividades experimentais de maneira representativa, que pode potencializar as características destacadas acima, é a associação com simulações computacionais. Quando tratamos da integração das atividades experimentais com as atividades computacionais, Silva e Mercado (2020, p. 17) explicam:

Os laboratórios mediados por interfaces digitais, baseiam-se em conteúdos que congregam o espetáculo audiovisual com o objetivo de reproduzir ou transmitir digitalmente, pelo menos um arranjo experimental. O uso desse tipo de laboratório no ensino de Física pode favorecer aos alunos uma experiência de iniciação científica, uma melhor compreensão dos fenômenos físicos ou mesmo o desenvolvimento de alternativas didáticas para as impossibilidades colocadas pela realidade dos laboratórios tradicionais.

Essa integração pode ser considerada ainda mais vantajosa, quando observados os dados aos quais destacam que apenas 38,8% das escolas públicas, em território brasileiro, contam com laboratório de ciências em suas dependências, enquanto 82,1% possuem laboratório de informática. Ainda, os mesmos documentos apontam que destas instituições de ensino, 93,6% contam com acesso à internet¹, o que enfatiza a possibilidade de utilização de simulações computacionais, já que para tal, em se tratando de recursos tecnológicos, só é necessário um computador e acesso à internet, na maioria dos casos (evidentemente, esse aspecto depende da natureza da atividade didática estruturada pelo professor).

Assim, diante do exposto até o momento, propomos neste trabalho uma revisão sistemática de literatura (RSL) que aborde as publicações dos principais periódicos de ensino de Física e Ciências no âmbito nacional, no intuito de analisar como as tecnologias da informação e comunicação estão sendo utilizadas nas aulas de física experimental, além de destacar as possibilidades e limitações da integração das atividades experimentais com as simulações computacionais.

¹ Acesse os dados em: <http://portal.inep.gov.br>

2 METODOLOGIA DE PESQUISA

Esta seção será dividida em quatro partes; as três primeiras explicitarão qual o tipo de pesquisa é identificado neste artigo, e a última descreverá detalhadamente como se deu cada processo da pesquisa, desde a seleção dos periódicos, até a análise dos artigos.

2.1 QUANTO À ABORDAGEM

A presente pesquisa tem caráter qualitativo, ou seja, diferente de uma pesquisa quantitativa, estamos preocupados em analisar o cenário ao qual nosso objeto de pesquisa está inserido e não apenas um quantitativo numérico, buscando assim explicitar a razão dos acontecimentos e a caracterização dos mesmos (GOLDENBERG, 1997).

A pesquisa qualitativa busca compreender a totalidade dos fatos e não concentrar apenas em um aspecto específico, afinal, geralmente, esse tipo de pesquisa estuda um conceito que está inserido em um contexto social específico, e que pode se modificar em função do mesmo (POLIT; BECKER; HUNGLER, 2004). Assim, dificilmente o pesquisador inicia sua pesquisa com ideias pré-concebidas sobre o resultado, essas concepções aparecem aos poucos, conforme o pesquisador avança em sua análise. Logo, não controla, manipula, ou interfere no contexto da pesquisa a fim de comprovar possíveis hipóteses. Ainda, deve-se tomar cuidado especificamente na etapa de análise de dados, pois o pesquisador não pode observar que seus preconceitos e ideias de sociedade, interfiram em sua análise a ponto de mudar a interpretação dos fatos a serem estudados (YIN, 2016, p. 185).

Assim, como esse tipo de pesquisa trabalha com contextos sociais e concepções neles inseridos, deve se ter em mente que cada espaço é único e não deve ser comparado com outro, por mais semelhantes que possam ser. Ou seja, é importante ressaltar o cuidado a ser tomado quando o pesquisador tenta generalizar seu estudo para realidades de onde sua base de dados não está inserida (ALVES-MAZZOTTI, 2006).

2.2 QUANTO AOS OBJETIVOS

Segundo GERHARDT e SILVEIRA (2009) e GIL (2007) podemos classificar uma pesquisa qualitativa de acordo com o seu objetivo de três formas: a *pesquisa descritiva*, onde se pretende analisar e descrever acontecimentos de um determinado cenário ou realidade; a *pesquisa explicativa*, na qual primeiro chega-se aos resultados para só assim explicar a razão de acontecimentos pré-estabelecidos; a *pesquisa exploratória*, com a qual identificamos o presente artigo pois, este tipo de pesquisa aproxima o pesquisador com o problema de pesquisa de seu estudo, para tornar este mais explícito e identificar uma solução para o mesmo.

2.3 QUANTO AOS PROCEDIMENTOS

Neste trabalho apresentamos uma pesquisa de caráter bibliográfico, caracterizada por Fonseca (2002):

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma

pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta (FONSECA, 2002, p. 32)

Logo, a partir de trabalhos já publicados sobre a utilização e implementação das TIC em conjunto com atividades experimentais no ensino, mapeamos e caracterizamos uma série de informações na busca do entendimento de como essas tecnologias são utilizadas nas publicações nacionais, especificamente na área de ensino de física.

2.4 DESCRIÇÃO DO MÉTODO

O início da pesquisa se deu pela escolha do material que seria analisado. Assim, optamos pela plataforma SUCUPIRA², pois é uma importante ferramenta para análise e avaliações de periódicos, e utilizada também como base de referência do sistema nacional de pós-graduação. Através dessa plataforma selecionamos as revistas a serem analisadas posteriormente. No filtro de “evento de classificação” foi selecionada a opção “CLASSIFICAÇÕES DE PERIÓDICOS DO QUADRIÊNIO 2013-2016” por ser a versão mais recente dos periódicos, dentre as disponíveis. Além disso, no campo de “área de classificação” foi selecionada a área de ensino, pois é a área de interesse específico que desejamos investigar com esse trabalho. Os filtros “ISSN” e “título” foram deixados em branco para que fossem abrangidas todas as revistas da área já destacada, sem exclusão. Por fim, no filtro “classificação” foram selecionados os qualis capes A1, A2 e B1 por serem os extratos de melhor avaliação. Com os filtros definidos, iniciamos a busca por revistas que tivessem como foco e escopo temas referentes ao Ensino de Física e Educação em Ciências.

Na tabela 1 estão explicitados os resultados que encontramos nesta análise. A linha “registros encontrados” mostra a quantidade de revistas que se encaixam nos nossos filtros, sem levar em consideração o foco da mesma. A linha “revistas selecionadas”, diz respeito apenas às que se encaixam no foco da pesquisa e que possuem sua publicação em português. Assim, chegamos a um corpus inicial de análise de trinta e cinco periódicos selecionados.

Tabela 1 - Dados sobre o corpus de análise inicial.

	A1	A2	B1	total
registros encontrados	145	198	367	710
revistas selecionadas	7	13	15	35

Fonte: Elaborada pelo autor

Nessa primeira etapa, focamos apenas nas revistas com publicações no idioma português, pois o objetivo é investigar o cenário nacional sobre o tema de interesse.

² acesse em: <https://sucupira.capes.gov.br>

Após a etapa de seleção das revistas, deu-se início à análise das mesmas. Para tal, primeiramente, acessamos o site da revista e, com o motor de busca de cada um dos periódicos, pesquisamos os seguintes descritores: “atividades experimentais”, “atividade experimental”, “experimento” e “experimentação”.

Ao realizarmos essa busca nas 35 revistas selecionadas anteriormente, foram encontrados 773 resultados³. Assim, estes foram analisados através da leitura do título, resumo e das palavras-chave, em busca daqueles que tratavam sobre o uso das TIC associadas ao Ensino de Física e de Ciências em conjunto com atividades experimentais.

Do total de textos analisados, 83 foram selecionados e o restante foi descartado. Com isso, iniciamos uma leitura completa do texto e então, a análise de cada um deles. Para isso, estabelecemos seis questões norteadoras, as quais se encontram no quadro 3, assim como o objetivo associado a cada questão proposta.

Quadro 1 - Questões norteadoras para análise dos artigos selecionados.

Questões	Objetivo das questões
Em que ano o artigo foi publicado?	Identificar como está a ordem cronológica das publicações
Qual natureza o trabalho apresenta?	Identificar se se trata de uma proposta de atividade ou uma prática desenvolvida
Qual nível de ensino o artigo está relacionado?	Identificar qual o contexto sugerido para o desenvolvimento
Quais conteúdos de física o artigo aborda?	Identificar com que conteúdos de física TIC estão mais sendo associadas
Quais recursos tecnológicos o artigo utiliza?	Categorizar quais são os recursos tecnológicos mais utilizados
Quais os avanços e desafios referentes à práticas desenvolvidas?	Identificar quais os pontos positivos e negativos das implementações analisadas

Fonte: Elaborada pelo autor

Com essas questões definidas, deu-se início à análise completa dos artigos selecionados (83). Os resultados encontrados estão descritos na próxima seção.

³ Contudo, destacamos que nem todos são de interesse nesse momento.

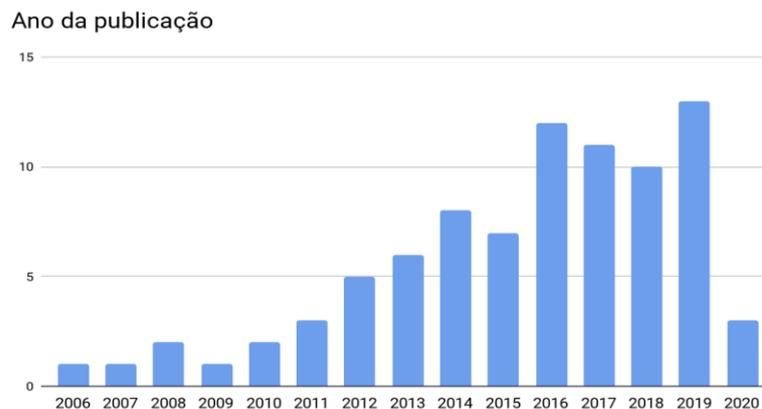
3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Essa seção apresentará os resultados, bem como sua análise e discussão, trazendo aspectos associados à literatura já existente na área, para contrapormos os mesmos. Os dados analisados nesta seção estão diretamente relacionados às seis questões disponibilizadas na seção 2.4. A partir desse momento, a análise destas, seguirá a ordem apresentada no quadro 1.

3.1 EM QUE ANO O ARTIGO FOI PUBLICADO?

Com este questionamento tínhamos como objetivo analisar como está sendo a evolução cronológica das publicações associadas ao tema. Na figura 1 podemos observar e analisar o resultado encontrado.

Figura 1 - Gráfico referente ao ano de publicação dos artigos.



Fonte: Elaborada pelo autor

A figura 1 apresenta os dados referentes ao ano de publicação dos trabalhos analisados, visto que em seu eixo horizontal temos os anos de publicação e no eixo vertical temos a quantidade de publicados. Podemos ver que no período de 2006 a 2009, encontramos entre um e dois artigos por ano sobre o uso das TIC em consonância das atividades experimentais. Já no período de 2017 a 2019 encontramos entre dez e treze artigos por ano. Como esperado, cada vez mais as tecnologias vêm sendo utilizadas no ensino de física e de ciências. Podemos associar isso com a maior acessibilidade à tecnologia (MARTINS; GARCIA, 2011).⁴ Logo, evidentemente, a popularização desses recursos associados as TIC favorecem a sua utilização para dentro da sala de aula.

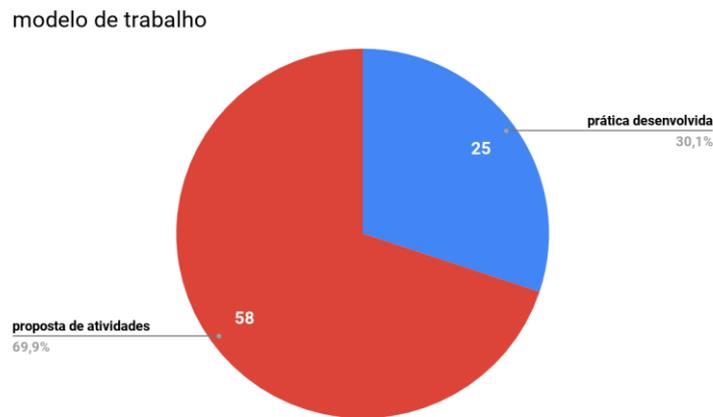
3.2 QUAL NATUREZA O TRABALHO APRESENTA?

Com este questionamento, tínhamos o objetivo de analisar qual a natureza do trabalho publicado. Dentre as categorias associadas a essa análise, destacamos duas em potencial: (i)

⁴ Vale ressaltar ainda que por esta pesquisa ter sido desenvolvida no mês de março de 2020, foram encontrados poucos artigos sobre o uso das TIC's nesse ano (3).

uma proposta de atividade, em que o pesquisador apenas apresenta uma possível intervenção a ser desenvolvida ou realizada; e (ii) uma prática desenvolvida, na qual, além de apresentar uma proposta, o mesmo também a tenha aplicado e, posteriormente, analisado os resultados da implementação. Na figura 2, podemos perceber que a grande maioria (69,9%) dos trabalhos publicados no Brasil, referente ao uso das TIC e atividades experimentais no ensino de física e de ciências, são propostas de atividades não implementadas.

Figura 2 - Gráfico referente ao tipo de trabalho que os artigos apresentaram.



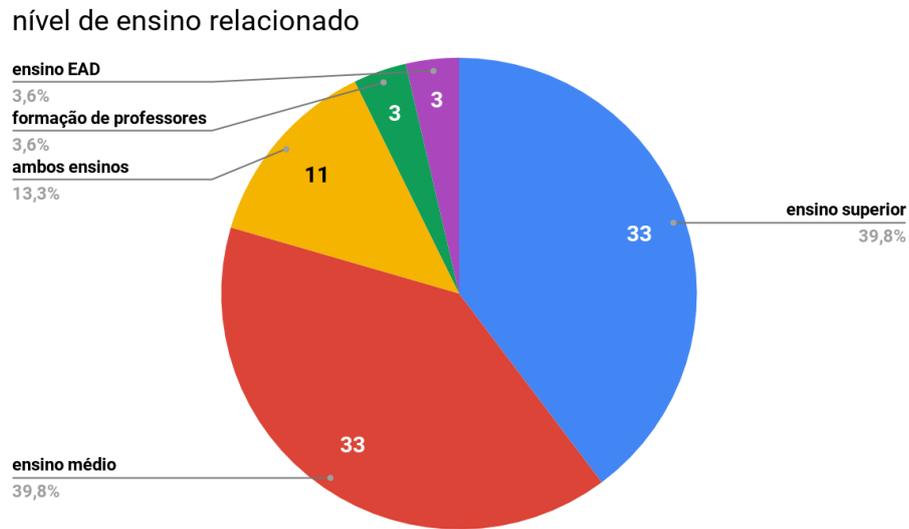
Fonte: Elaborada pelo autor

Como podemos observar através da figura 2, a grande maioria dos trabalhos publicados nos periódicos nacionais são de propostas de atividades (69,9%). Esse resultado pode apontar para uma tendência de produção acadêmica da área de ensino de física, mais voltada para o desenvolvimento de materiais didáticos, do que propriamente para a implementação e avaliação deles. Essa escassez de pesquisas implementadas, pode causar dificuldades aos docentes na disseminação destes produtos e pesquisas educacionais, uma vez que não são evidenciadas as principais linhas associadas à aplicação, escondendo as carências/dificuldades e potencialidades das mesmas.

3.3 QUAL NÍVEL DE ENSINO O ARTIGO ESTÁ RELACIONADO

Com este questionamento, queríamos identificar qual nível de ensino as pesquisas publicadas, e aqui analisadas, estão voltadas. A partir da análise desenvolvida, podemos depreender da figura 3 um resultado até então inesperado. A análise dos resultados mostra que tanto a educação básica, quanto a superior, tem a mesma quantidade de publicações, evidenciando, assim, o equilíbrio entre o número de publicações envolvendo os dois níveis de ensino com maior representatividade.

Figura 3 - Gráfico referente aos dados sobre o nível de ensino relacionado



Fonte: Elaborada pelo autor

Na análise da figura 3, foram contabilizados, trinta e três artigos relacionados a cada nível de ensino (básico e superior), representando uma porcentagem de 39,8% para cada um, individualmente (percebemos claramente que a soma destas duas categorias, abarca uma porcentagem de quase 80% dos trabalhos selecionados, escancarando a ênfase dos artigos selecionados). Cabe destacar, também, que encontramos artigos voltados para ambos os níveis de ensino (educação básica e ensino superior), por conterem propostas ou práticas de ensino que podem ser desenvolvidas em ambos os níveis⁵. Este tipo de publicações corresponde a 13,3% de todos os trabalhos. Por fim, temos outros dois contextos de aplicação, os quais apareceram em menor escala; são eles o ensino EAD e a formação de professores, cada um correspondendo a 3,6% do total de publicações, o que dialoga com a literatura recente (MARTINS; GARCIA, 2011).

3.4 QUAIS CONTEÚDOS DE FÍSICA O ARTIGO ABORDA?

A partir deste questionamento, tínhamos o objetivo de identificar quais são os conteúdos de física mais abordados nos trabalhos publicados. Para tal, compilamos os resultados em treze categorias gerais que abrangem todos os conteúdos a serem explorados, categorias essas, criadas a priori, com base no livro texto “**Fundamentos de física**” (HALLIDAY; RESNICK, 2016). Tais categorias estão apresentadas na figura 4.

⁵ Fazendo apenas algumas modificações para melhor adaptação à realidade dos alunos à qual será implementada

Figura 4 - Gráfico relacionado aos dados sobre os conteúdos de física abordados



Fonte: Elaborada pelo autor

Os resultados apresentados na figura 4 evidenciam que os conteúdos de física mais recorrentes são: oscilações (19,16%), cinemática (14,16%) e eletromagnetismo (12,5%). As quantificações destacadas anteriormente trazem um resultado já esperado: o alto número de publicações associadas ao estudo da Cinemática (ampla quantidade de representações teóricas em sala de aula) e o expressivo resultado de oscilações (associado a práticas experimentais de laboratório de Física). Diversos trabalhos, em literatura recente, apontam para esses mesmos resultados (ARAUJO; VEIT, 2011).

Por outro lado, no contexto dos trabalhos analisados, os conteúdos com menor recorrência são: eletrostática (0%), medidas e medições (0,83%) e calorimetria (0,83%).

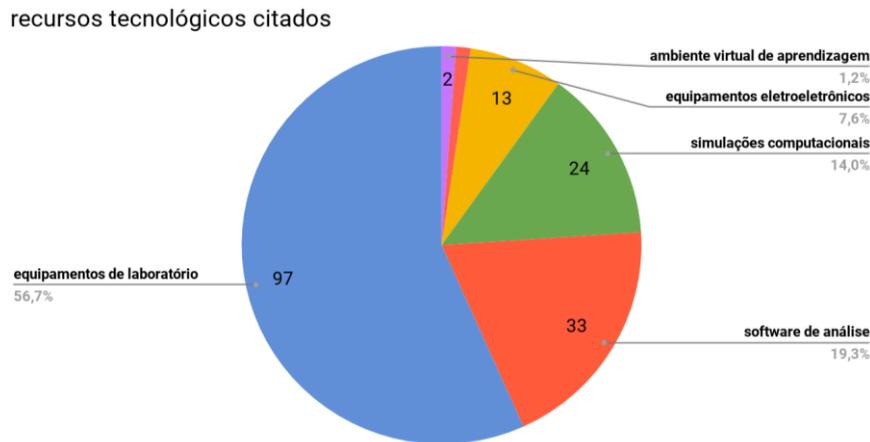
Podemos perceber, a partir dos resultados obtidos, que os mesmos não são homogêneos, pois, como podemos ver na figura 4, não existe uma distribuição linear de conteúdos. Esse fato é compreensível em nossa avaliação, uma vez que o tempo utilizado para o desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula, não é uniforme, vide a considerável carga associada à cinemática e dinâmica empregada pelos professores da educação básica no primeiro ano do ensino médio.⁶

3.5 QUAIS RECURSOS TECNOLÓGICOS O ARTIGO UTILIZA?

Para este e o próximo questionamento (sexta questão), foi utilizada uma integração entre as metodologias de análise de dados qualitativos de YIN (2016) e MORAES e GALIAZZI (2007). Para isso, inicialmente, durante a análise de cada artigo, tabelamos todos os registros de recursos tecnológicos que foram utilizados nas pesquisas. Assim, iniciamos o processo de agrupamento; primeiramente, definindo categorias com aspectos específicos que fossem comuns para um grupo de recursos tecnológicos. A figura 5, abaixo, representa os resultados encontrados:

⁶ Vale ressaltar que, como a maioria dos artigos analisados apresentavam mais de um conteúdo de física relacionado, obtemos um número total de 120 registros em um corpus de análise de 83 artigos.

Figura 5 - Gráfico referente aos dados sobre os recursos tecnológicos citados.



Fonte: Elaborada pelo autor

Da análise da figura 5, podemos perceber que existem duas categorias com poucos registros, são elas: os ambientes virtuais de aprendizagem, que são softwares utilizados para o ensino à distância⁷ (MONTEIRO, et al., 2013); e os equipamentos de mecânica (FORNAZA; WEBBER, 2014), ambos citados apenas duas vezes. Em seguida, os equipamentos eletroeletrônicos possuem treze menções, categoria esta que engloba equipamentos como celular, tablet e televisão. Além destas, temos a categoria de simulações computacionais, os quais mostram a integração entre simulações computacionais com as aulas teóricas ou experimentais. Esta categoria contém vinte e quatro menções. Subsequente a isso, temos a categoria de softwares de análise, a qual está associada à visualização e análise de experimentos através de softwares, contendo trinta e três citações. E por fim a categoria mais citada nos artigos analisados, equipamentos de laboratório. Os trabalhos que utilizavam esses recursos tecnológicos, em sua maioria, versavam sobre atividades experimentais, onde o pesquisador implementava experimentos físicos em aulas fazendo uso de recursos tecnológicos, com noventa e sete citações, correspondendo a 56,7% do total.

Na tentativa de melhor caracterizarmos os resultados expressos na categorização acima, decidimos por explorar com maior cuidado a categoria com mais representatividade: equipamentos de laboratório. Para isso, dividimos esta em outras duas subcategorias, menores, a saber: (i) aparelhos de medida⁸, onde se enquadram, por exemplo, amperímetro, voltímetro e multímetro dentre outros aparelhos e (ii) circuitos e componentes⁹, subcategoria na qual se enquadram, por exemplo, Arduino e transistores. Essa nova classificação possibilitou uma percepção até então inesperada: uma forte concentração de recursos tecnológicos na categoria associada a circuitos e componentes. Sendo assim, fizemos uma análise ainda mais introspectiva para a segunda subcategoria, resultando em duas, ainda menores, denominadas: (a) equipamentos programáveis¹⁰, na qual se encaixam aparatos, tais como os Arduino e placas de controle (b) equipamentos mecânicos¹¹ onde temos como exemplo sensores e LEDs.

⁷ Um bom exemplo desses ambientes virtuais de aprendizagem é o software moodle

⁸ Esta subcategoria corresponde à 11,3% de todos os equipamentos de laboratório

⁹ Esta subcategoria corresponde à 88,7% dos equipamentos de laboratório

¹⁰ Esta subcategoria corresponde à 36,7% dos circuitos e componentes

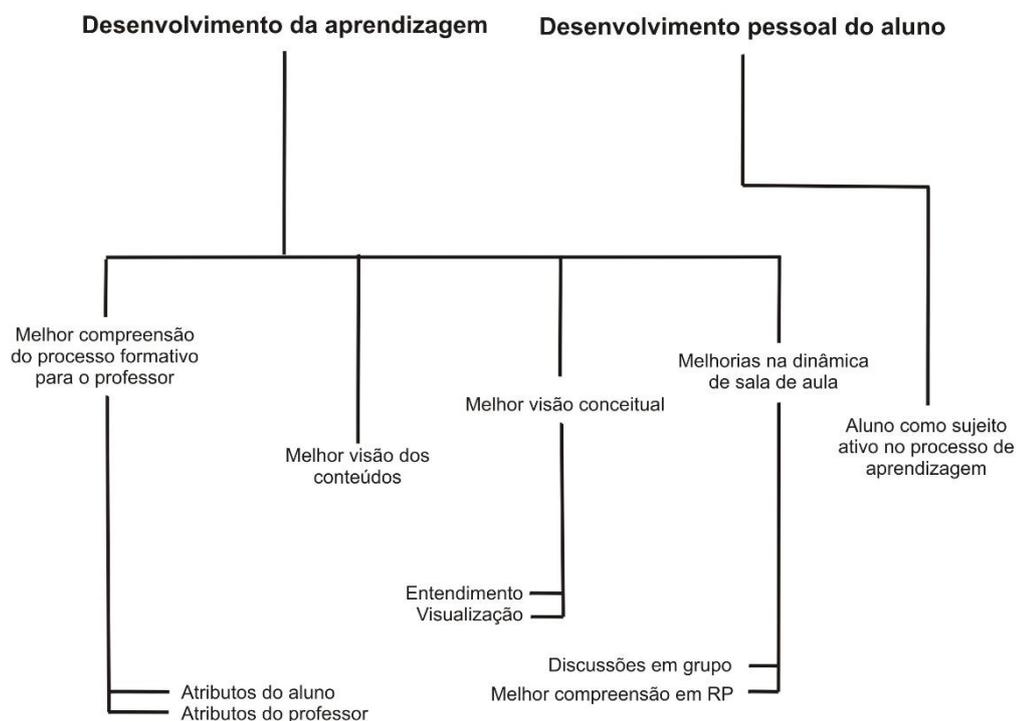
¹¹ Esta subcategoria corresponde à 63,3% dos circuitos e componentes

Como podemos observar a partir deste questionamento, a grande maioria dos recursos tecnológicos utilizados foram os equipamentos de laboratório, o que reflete em certa medida, a concentração de utilização de recursos apenas para a execução de experimentos e, a escassez de simulações computacionais utilizadas em consonância com essas práticas.

3.6 QUAIS OS AVANÇOS E DESAFIOS REFERENTES ÀS PRÁTICAS DESENVOLVIDAS?

A partir deste questionamento, tínhamos como objetivo explorar a implementação das TIC juntamente com atividades experimentais, identificando as principais potencialidades e limitações das implementações. Assim sendo, esta questão foi analisada apenas nos artigos que tinham como natureza de trabalho, prática desenvolvida (25). Para fazermos esta análise, selecionamos nos artigos as seções de textos que versavam sobre as vantagens e desvantagens de implementar os recursos tecnológicos associados a atividades experimentais. Ao todo foram encontrados cinquenta e nove trechos que expressam as características destacadas (estes constituem o corpus de análise agora). Todos os registros acima mencionados foram analisados, mapeados, caracterizados e categorizados. Mais tarde, a partir da ferramenta de análise de dados qualitativa descrita anteriormente, categorizamos em duas categorias gerais, que serão expressas e discutidas abaixo com base na figura 6.

Figura 6 - Categorização dos registros sobre a implementação das TIC.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Após analisarmos e caracterizarmos os fragmentos selecionados, chegamos em duas categorias gerais que reúnem uma ideia global de todos os registros encontrados na análise das revistas, a saber: (i) o desenvolvimento da aprendizagem e (ii) o desenvolvimento pessoal do

aluno.

Na categoria **desenvolvimento pessoal do aluno**, estão reunidos os registros que tratam sobre aspectos que se referem ao estudante e seu desenvolvimento. Essa categoria centra-se na análise do estudante e ignora os aspectos conceituais do desenvolvimento didático, a mesma possui apenas uma subcategoria, a qual destacamos abaixo:

- O aluno como sujeito ativo no processo de aprendizagem

Esta subcategoria diz respeito às habilidades desenvolvidas em atividades didáticas que favorecem a percepção do aluno como centro do processo de ensino e aprendizagem, fomentando a aprendizagem de conceitos através de práticas que se aproximam de investigações científicas.

Uma das alternativas para potencializar esse processo, tornando-o mais dinâmico e aproximando-o da realidade dos estudantes, é a utilização das TIC (PEREIRA; SCHUHMACHER; CARDOSO, 2014). Esse aspecto nos permitiu desmembrar a análise, identificando alguns atributos que devem aqui ser destacados.

O primeiro deles é a melhora na capacidade cognitiva do estudante. Este fato está ligado à capacidade de internalizar conhecimentos a partir de processos de aprendizagem, dentre eles destacamos a memorização, associação e imaginação. O trecho abaixo (LIMA; TAKAHASHI, 2013, p.9), foi retirado de um trabalho onde os alunos desenvolviam sua cognição por meio de associação.

É possível afirmar que boa parte deles ofereceu evidências de formação de tais conceitos no nível formal de desenvolvimento cognitivo. Isso se torna evidente, diante das capacidades cognitivas apresentadas pelos alunos na aplicação da metodologia. (LIMA; TAKAHASHI, 2013, p.9)

O segundo aspecto que destacamos é a melhora na capacidade de expressão. Conseguimos identificar este em projetos onde foram implementadas atividades com discussões e/ou apresentações, onde o estudante deveria expor o trabalho desenvolvido, trazendo, então, um avanço em sua capacidade de expressão. Podemos observar isso no trecho a seguir (HEIDEMANN; ARAÚJO; VEIT, 2017, p.21).

A Estudante 3, por exemplo, teve grandes dificuldades para se expressar na primeira discussão final.” ...” No entanto, na última atividade de modelagem, ela foi a estudante que mais participou do debate, evidenciando ter evoluído em suas habilidades para se expressar. (HEIDEMANN; ARAÚJO; VEIT, 2017, p.21).

O terceiro e último aspecto que destacamos aqui, é o desenvolvimento do intelecto pessoal, onde o mesmo é composto de três habilidades: (i) autonomia, (ii) criatividade e (iii) pensamento crítico. O desenvolvimento da autonomia, está relacionado com atividades didáticas que valorizem a ação individual do estudante, fomentando a capacidade de autogestão e autonomia durante a realização dos procedimentos associados às atividades. A segunda habilidade destacada é o desenvolvimento da criatividade, que representa os trechos centrados em atividades didáticas baseadas em caráter aberto, onde o estudante, para realizar as atividades com êxito, deveria propor as sequências e estruturas necessárias para a resolução. E a última, é o desenvolvimento do pensamento crítico, que está diretamente relacionado com a capacidade

de avaliação dos resultados encontrados, em função das etapas desenvolvidas nos trabalhos. Essas três habilidades podem ser observadas nos trechos que estão apresentados abaixo, respectivamente: (PEREIRA et al, 2011, p.15-16) (PEREIRA et al, 2011, p.2) (SANTOS; OLIVEIRA, 2017, p.12)

Os estudantes fizeram uso espontâneo de outros elementos como animações, música e trechos de outros vídeos, itens não solicitados na orientação inicial, mas necessários na linguagem audiovisual construída por eles, ao externalizarem sua forma de expressão. (PEREIRA et al, 2011, p.15-16).

É preciso considerar o potencial pedagógico de tal estratégia à medida que os estudantes externalizarem seu pensamento criativo ao produzir um vídeo envolvendo fenômenos físicos, fazendo uso espontâneo de recursos como música, dramatização, imagem, animação, entre outros. (PEREIRA et al, 2011, p.2).

Os alunos não perceberam facilmente o porquê dos valores da velocidade do som calculado pelo comprimento de onda e pela temperatura ficarem diferentes. Depois eles começaram a perceber que fatores ligados a propagação do som dentro do tubo, o material usado e como a medida foi feita interferiram no resultado encontrado. (SANTOS; OLIVEIRA, 2017, p.12).

Finalizada a análise e caracterização da primeira categoria, passamos, nesse momento, para a discussão da segunda categoria encontrada, **desenvolvimento da aprendizagem**. Destacamos que, nessa seção, estão organizados todos os registros sobre as potencialidades e limitações ligados à prática docente, quando analisados a partir da temática “TIC + Experimentação no Ensino de Física”.

- Melhor compreensão do processo formativo para o professor

Esta categoria se refere a aspectos ligados diretamente à formação e à importância do currículo formativo, tanto na perspectiva de alunos e professores. Para facilitar a compreensão da mesma, dividimos esta categoria, em quatro subcategorias, as quais explicitamos e discutimos abaixo:

- Atributos do aluno

Esta categoria se refere aos fragmentos onde se pôde evidenciar uma melhor compreensão dos estudantes referente à sua formação acadêmica. Na tentativa de explicitar a categoria, destacamos o trecho abaixo, o qual foi retirado de um artigo onde buscou se obter uma melhor visão epistemológica sobre modelos teóricos em Física e das atividades computacionais e experimentais (DORNELES; ARAUJO; VEIT, 2012, p.20).

Fundamentamos uma proposta de integração entre atividades experimentais e computacionais, “...”Os resultados mostram que a integração entre esses dois tipos de atividades pode proporcionar, aos alunos, uma visão epistemológica mais adequada sobre os papéis dos modelos teóricos, do laboratório e do computador. (DORNELES; ARAUJO; VEIT, 2012, p.20).

- Atributos do professor

A categoria atributos do professor versa sobre uma melhor visão formativa dos professores em formação ou formação continuada, com um viés de natureza mais prática, fazendo com que utilizem metodologias mais condizentes com as necessidades e contextos dos estudantes e vinculadas a teorias de aprendizagem que balizam uma construção construtivista. Na tentativa de explicitar a categoria, destacamos o trecho abaixo, o qual foi retirado de um artigo onde foi integrado um espaço virtual de aprendizado à formação de professores (REIS; LINHARES, 2008, p.19).

Os resultados”...”denotam, em relação às teorias do conhecimento escolar, que o grupo de licenciandos evoluiu de uma posição inicial, do modelo tradicional de ensino para uma posição final identificada com os modelos, Tecnológico e Espontaneísta. (REIS; LINHARES, 2008, p.19).

• Melhor visão dos conteúdos

Esta categoria discute as características dos trabalhos associados à mudança na visão dos estudantes referente aos conteúdos, ou seja, a partir de relatos dos mesmos, pode-se perceber e relacionar a importância da melhor visão dos conteúdos com o melhor entendimento dos conceitos físicos. De maneira análoga com o que desenvolvemos antes, em outra categoria, esse aspecto nos permitiu desmembrar a análise, identificando alguns atributos que devem aqui ser destacados.

O primeiro atributo foi a observação de alunos mais envolvidos com o conteúdo conceitual, onde, a partir do uso das TIC, pode-se fazer com que os alunos estejam mais engajados com o conteúdo e assim seu aprendizado seja significativo. O trecho abaixo foi retirado de um artigo onde esse engajamento foi alcançado com base na robótica educacional.

“O uso de ferramentas tecnológicas interferiu significativamente na motivação dos aprendizes e no seu engajamento nas tarefas.” (FORNAZA; WEBBER, 2014, p.9)

O segundo atributo é a melhora na compreensão do conteúdo, onde se agrupam os trechos de trabalhos que usaram pesquisas as quais quantificam níveis de aprendizagem. Os resultados encontrados apontaram significativa evolução na compreensão dos conteúdos. O trecho abaixo foi retirado de um artigo onde isso foi atingido a partir de animações por modelagem (MOREIRA; BORGES, 2007, p.13)

“O ambiente estruturado com o Modélus sustentou uma discussão entre os alunos que possibilitou elaborar conjuntamente uma melhor compreensão do modelo conceitual do movimento circular uniforme.” (MOREIRA; BORGES, 2007, p.13)

O terceiro e último atributo é a melhora no engajamento dos alunos referente aos conteúdos, atributo esse de extrema importância, pois possibilita uma aprendizagem significativa, partindo do pressuposto associado a predisposição para a aprendizagem. No presente atributo, destacamos ainda, três habilidades, associadas ao desenvolvimento de/do (i) estímulo, (ii) motivação (iii) interesse e, a partir do uso das TIC acopladas à atividades experimentais no ensino. Nos trechos abaixo podemos observar respectivamente esse desenvolvimento. (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012, p.46), (SOUZA; MELLO, 2017, p.18) e ((PEREIRA; SCHUHMACHER; CARDOSO, 2014, p.11).

“Conclui-se, assim, que uma estratégia inovadora no ensino de Física realmente pode

estimular os alunos a participarem da aula” (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012, p.46)

“A aplicação e uso de tecnologias, sejam elas TICs ou TEMs, facilitam as pesquisas e promovem o engajamento, a motivação e a autonomia dos estudantes, como corroborado por vários estudos” (PEREIRA; SCHUHMACHER; CARDOSO, 2014, p.11).

A utilização de um campeonato de avião de papel como atividade motivadora para introduzir o conteúdo de Hidrodinâmica e revisar conceitos de Mecânica que influenciam na física do voo de um avião, fez com que despertassem nos alunos interesse e o gosto pela Física como também contribuiu com uma maior aprendizagem. (SOUZA; MELLO, 2017, p.18).

- Melhor visão conceitual

Esta categoria discute os registros que propiciaram uma melhor visão dos conceitos físicos por parte dos alunos. Ainda, dividimos a mesma em duas subseções (i) melhora no entendimento dos conceitos e (ii) melhora na visualização dos conceitos físicos.

- Maior entendimento conceitual

Nesta categoria estão classificados os trabalhos que se referiam ao avanço dos estudantes em seu entendimento sobre os conceitos trabalhados em aula, de modo a representar um interesse representativo no estudo dos conceitos. O trecho abaixo representa a categoria (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012, p.48).

A aplicação de uma das atividades propostas a uma turma do Ensino Médio mostrou que é possível ensinar conteúdos de física de uma maneira agradável, envolvendo os alunos no aprendizado, e, ao mesmo tempo, provocando uma mudança conceitual. (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012, p.48).

- Melhor visualização do conceito físico

Esta subcategoria se refere aos trabalhos que utilizam experimentos, sejam eles reais ou virtuais, com o objetivo claro de proporcionar a visualização "prática" dos conceitos envolvidos nos experimentos. É um apelo ao sensorial. O trecho abaixo foi retirado de um artigo que, a partir da integração de simulações computacionais e experimentos físicos, proporcionou uma maior visão dos conceitos aos alunos (PORTO; AMANTES; HOHENFELD, 2020, p.29).

Cujo argumento é o de que os laboratórios de simulação computacionais e convencionais (material) requerem habilidades distintas que estão presentes no nosso cotidiano, contribuem para a superação da visão empírica-indutivista comuns nos laboratórios didáticos e aproxima os estudantes ao trabalho científico, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomar decisões de ordem técnico-científicas. (PORTO; AMANTES; HOHENFELD, 2020, p.29).

- Melhorias na dinâmica de sala de aula

Nesta categoria estão os resultados que se referem a alterações no ambiente de aula. Destacamos que dividimos esta em duas subcategorias, discutidas abaixo.

- Discussões em grupo

Esta subcategoria trata de trechos onde, a partir das TIC juntamente com as atividades experimentais, se promove as discussões em sala de aula e assim alcançando, (i) maior entendimento do conteúdo e (ii) maior integração em sala de aula, seja ela uma integração aluno-aluno, aluno-professor, ou ainda, uma integração entre metodologias, como por exemplo a integração entre modelagem e teoria. Esses dois atributos podem ser observados nos trechos abaixo, respectivamente. (MOREIRA; BORGES, 2007, p.13), (TRENTIN; SILVA; ROSA, 2018, p.18).

“O ambiente estruturado com o Modellus¹² sustentou uma discussão entre os alunos que possibilitou elaborar conjuntamente uma melhor compreensão do modelo conceitual do movimento circular uniforme” (MOREIRA; BORGES, 2007, p.13).

A sequência didática foi realizada em 12 encontros nos períodos de Física da turma, onde foram ofertadas atividades que instigassem os conhecimentos prévios por meio de atividades diversas. Pode-se observar uma maior integração e motivação por parte dos estudantes em realizar as tarefas e depois também observou-se a relação estabelecida entre o empírico e científico. (TRENTIN; SILVA; ROSA, 2018, p.18).

- Maior compreensão em atividades de resolução de problemas

Esta subcategoria compreende uma importante etapa do processo de aprendizagem, principalmente em física, onde, no ensino tradicional, a resolução de problemas é prática recorrente em salas de aulas de física no Brasil e no mundo. Contudo, aqui, estes resultados são alcançados a partir da utilização das TIC somadas às atividades experimentais no ensino de física. Alguns aspectos que devem ser destacados são o maior rendimento dos estudantes, e principalmente, a contextualização com o mundo real, o que invariavelmente, faz o estudante se interessar e se sentir motivado a aprender física, ressignificando a dinâmica da sala de aula. (PORTO; AMANTES; HOHENFELD, 2020, p.28), (FREIRE et al, 2014, p.8) e (MORO; NEIDE; REHFELDT, 2016, p.1-2).

Diante desse resultado, devemos avaliar, a partir do contexto de ensino, a adequação de atividades investigativas ao objetivo de aprendizagem, pois ao optar por tal abordagem, estaremos potencializando em maior grau habilidades relacionadas ao saber aplicar o conhecimento para a resolução de problemas. (PORTO; AMANTES; HOHENFELD, 2020, p.28).

Em contrapartida, os alunos da turma D, que receberam a oportunidade de conhecer, manusear e praticar o conteúdo ministrado por meio dos softwares simuladores

¹² mais informações em: <http://www.fisica.ufpb.br/~romero/port/modellus.htm>

apresentaram uma visível melhora nas notas referentes aos trabalhos aplicados em aula. (FREIRE et al, 2014, p.8).

O material elaborado e proposto nesta prática mostrou ser potencialmente significativo, pois contribuiu para que houvesse modificação, enriquecimento e elaboração de subsunçores presentes nas estruturas cognitivas de alguns alunos, possibilitando a relação entre o conteúdo e fenômenos que muitas vezes são observados no cotidiano, (MORO; NEIDE; REHFELDT, 2016, p.1-2).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho, analisamos a literatura da área acerca da integração das tecnologias de informação e comunicação com atividades experimentais no ensino de física e ciências. Nesta seção, discutiremos brevemente os principais aspectos do texto, e ainda possíveis desdobramentos futuros.

Este trabalho utiliza de bases bem conhecidas no meio acadêmico. A primeira delas é o texto “métodos de pesquisa” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009) ao qual sua utilização proporcionou a estruturação do modelo de análise da pesquisa qualitativa, desde sua abordagem, até seus objetivos; e, em um segundo momento, a integração dos textos “Qualitative research from start to finish” (YIN, 2016) e “Análise textual discursiva” (MORAES; GALIAZZI, 2007), para a análise qualitativa dos dados coletados.

Para a análise dos resultados, desenvolvemos uma série de questões norteadoras associadas aos objetivos da presente pesquisa. Com a primeira questão, tínhamos por objetivo investigar como o número de publicações evoluiu temporalmente. Os resultados apontaram para uma expansão no número de publicações nos últimos anos, o que, de certa forma, é esperado, uma vez que é de conhecimento da comunidade científica que com o avançar dos anos, alguns recursos tecnológicos têm se tornado mais acessíveis, tanto pelo aspecto econômico, como prático, fomentando sua utilização em sala de aula.

A segunda questão buscava avaliar a natureza dos trabalhos desenvolvidos. Dessa maneira, percebemos que a maioria dos artigos publicados no Brasil (69,9%) referente ao uso das TIC e atividades experimentais no ensino, possuem seu modelo de trabalho como proposta de atividades, onde o pesquisador apenas propõe uma possível intervenção; apenas 30,1% dos resultados se referiam a práticas desenvolvidas, evidenciando assim um excesso de propostas teóricas em comparação com as pesquisas implementadas.

A terceira questão avalia o nível de ensino das publicações. Encontramos uma distribuição homogênea entre o ensino médio e superior, cada uma correspondendo a 39,8% do total.

O quarto questionamento foi referente aos conteúdos de física abordados nas publicações. Pudemos constatar que os conteúdos mais abordados foram: oscilações (19,16%), cinemática (14,16%) e eletromagnetismo (12,5%). Em contrapartida, os conteúdos com menor representatividade foram: eletrostática (0%), medidas e medições (0,83%) e calorimetria (0,83%). As hipóteses que lançamos acerca desses resultados estão diretamente associadas à alta carga horária dedicada ao ensino de cinemática e dinâmica na educação básica. Além disso,

atividades experimentais que utilizam osciladores são extremamente frequentes em experimentos ligados ao ensino superior.

O quinto questionamento possibilitou caracterizar os principais recursos tecnológicos utilizados nas práticas analisadas. Constatamos que softwares de aprendizagem e equipamentos de mecatrônica são as categorias com menos registros encontrados (1,2%), seguidas por equipamentos eletroeletrônicos (7,6%), simulações computacionais (14%), softwares de análise (19,3%), e equipamentos de laboratório (56,7%).

O sexto e último questionamento foi utilizado para elucidar as potencialidades e limitações referentes aos trabalhos que apresentaram prática desenvolvida. Observamos que, a partir da integração das TIC com as atividades experimentais, foram obtidos diversos avanços, como por exemplo, maior motivação dos alunos, maior entendimento conceitual, maior integração em sala de aula, dentre diversos outros aspectos importantes que elucidam a importância da utilização em consonância das TIC e das atividades experimentais no ensino de física e ciências.

Cabe destacar, por fim, que não tencionamos aqui esgotar a discussão do tema, a partir das revistas selecionadas. Indicamos que ainda existem diversos materiais a serem analisados e que podem, sim, serem frutos de estudos em um futuro breve. Além disso, sequências didáticas devem ser construídas, implementadas e avaliadas, sempre partindo dos pressupostos aqui encontrados, os quais buscam construir um espaço formativo aos estudantes e construtivo ao papel do professor.

REFERÊNCIAS

- ALVES-MAZZOTTI, A. J. **Usos e abusos dos estudos de caso.** Cadernos de Pesquisa, v. 36, n. 129, p. 637-651, 2006.
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. **Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física.** Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências, v. 4, n. 3, 2011.
- BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n.3, p.291-313, 2002.
- DANTAS, Claudio Rejane da Silva. **As TICs e a Teoria da Aprendizagem Significativa: uma proposta de intervenção no Ensino de Física.** 2011. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de ciências e matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.
- DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. **Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em física geral.** Revista Ciência & Educação, v. 18, n. 1, p. 99-122, 2012.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 25, n. 3, 2003.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FORNAZA, R.; WEBBER, C. G. **Robótica educacional aplicada à aprendizagem em física**. RENOTE, V. 12 No 1, 2014.

FREIRE, A. A. C.; VALENZUELA, G. M.; OLIVEIRA, H. C.; CARVALHO, L. M.; JUNIOR, O. H.; SILVA, W. A. **A utilização de softwares educacionais simuladores no ensino da física em uma escola pública estadual da cidade de Boa Vista/RR**. RENOTE, V. 12 No 1, 2014.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2007.

GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2004.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física**, tradução Ronaldo Sérgio de Biasi, 10. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2016.

HEIDEMANN, L. A.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. **Um estudo de caso explanatório sobre o desenvolvimento de atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica para o ensino de Física**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, v. 10, n. 3, p. 379-405, 2017.

LIMA, S. C.; TAKAHASHI, E. K. **Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, 2013.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. **Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.29, n. especial 1, p.562-613, 2012.

MARTINS, A. A.; GARCIA, N. M. D. Ensino de Física e Novas Tecnologias de Informação e Comunicação: Uma Análise da Produção Recente. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - ENPEC, 8, 2011, Campinas, SP. **Anais**

MONTEIRO, M. A. A.; MONTEIRO, I. C. C.; GERMANO, J. S. E.; JUNIOR, F. S. **Protótipo de uma atividade experimental o estudo da cinemática realizada remotamente**. São Paulo, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 1: p. 191-208, 2013.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria de Carmo. **Análise textual: discursiva**, Editora Inijuí, 2007.

MOREIRA, A. F.; BORGES, O. **Ambiente de aprendizagem de Física mediado por animações**. RBPEC Vol. 7 No.1, 2007.

- MORO, F. T.; NEIDE, I. G.; REHFELDT, M. G. H. **Atividades experimentais e simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no ensino médio.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 33, n. 3, p. 987-1008, 2016.
- PEREIRA, F. C.; SCHUHMACHER, E.; CARDOSO, G. L. **A estratégia hands-on-tec e o uso de simuladores no ensino de conceitos sobre radiação eletromagnética a alunos do ensino médio.** Revista Ciência & Ideias, v. 5, n. 1: p. 122-135, 2014.
- PEREIRA, M. V.; BARROS, S. S.; REZENDE FILHO, L. A. C.; FAUTH, L. H. A. **Demonstrações experimentais de física em formato audiovisual produzidas por alunos do ensino médio.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física., v. 28, n. 3: p. 676-692, 2011.
- POLIT, Denise F.; BECK, Cheryl Tatano; HUNGLER, Bernadette P. **Fundamentos de pesquisa em enfermagem: métodos, avaliação e utilização.** Trad. de Ana Thorell. 5. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2004.
- PORTO, S. C. C.; AMANTES, A.; HOHENFELD, D. P. **O que se Aprende sobre Pêndulo Simples em Atividades Investigativas nos Laboratórios Material e Computacional?.** RBPEC, v.19, p.825–858, 2020.
- REIS, E. M.; LINHARES, M. P. **Integrando o espaço virtual de aprendizagem “Eva” à formação de professores: estudo de caso sobre o currículo de Física no ensino médio.** Revista Ensaio, Belo Horizonte, v.10, n.02, p.257-278, 2008.
- SANTOS, L. F. F.; OLIVEIRA, A. L. **Experimento em tubo sonoro: Aprendendo a usar o Sweep Gen com o tubo de kundt.** Revista Ciência & Ideias, v.8, n.3, 2017.
- SILVA, I. P.; MERCADO, L. P. L. **Laboratórios de ensino de Física mediados por interfaces digitais.** Revista Multidisciplinar em Educação, v. 7, n. 17, p. 3-22, 2020.
- SOUZA, E. J.; MELLO, L. A. **O uso de jogos e simulação computacional como instrumento de aprendizagem: campeonato de aviões de papel e o ensino de Hidrodinâmica.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 2, p. 530-554, 2017.
- TRENTIN, M. A. S.; SILVA, M.; ROSA, C. T. W.; **Eletrodinâmica no ensino médio: uma sequência didática apoiada nas tecnologias e na experimentação REnCiMa,** v. 9, n.5, p. 94-11, 2018.
- YIN, Robert K. **Qualitative research from start to finish.** 2. ed. new york, 2016.