

## TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS NO ENSINO DE FÍSICA: RETRATO DAS PESQUISAS NACIONAIS

### EDUCATIONAL TECHNOLOGIES IN PHYSICS TEACHING: DEPICTION OF NATIONAL RESEARCHES

Cleci Teresinha Werner da Rosa\*, Marco Antonio Sandini Trentin, Marivane de Oliveira Biazus

*UPF – Passo Fundo – RS*

**Resumo:** A identificação de que as tecnologias representam um recurso imprescindível para a aprendizagem, sobretudo em Física, confere ao estudo o objetivo de proceder a um levantamento na produção nacional referente à utilização de tecnologia no ensino de Física. O foco central está em fornecer um retrato dessa produção e identificar características e potencialidades do uso dessas ferramentas na voz dos pesquisadores em Ensino de Física. Como recorte, são estabelecidos os periódicos nacionais com classificação Qualis Capes A1, A2 e B1, na área de Ensino, e o período de 2005 a 2014. Como resultado, é apontada a existência de cinquenta e oito artigos em doze periódicos, que foram categorizados de acordo com o uso ou o dispositivo tecnológico empregado. De forma mais relevante, identificou-se que: na atualidade, as diferentes áreas da Física vêm sendo contempladas nas pesquisas; dois periódicos nacionais detêm parte significativa da produção nacional na temática; houve um avanço em termos da produção destinadas ao ensino médio em comparação em comparação com estudos anteriores; e a robótica educacional, cuja inserção no contexto escolar tem sido intensificada nos últimos anos, ainda é pouco explorada pelos pesquisadores da área de Ensino de Física.

**Palavras-chave:** tecnologias, ensino de Física, estado da arte, periódicos nacionais.

**Abstract:** The identification that technologies represent an essential resource for learning, especially in Physics, provides the study with the objective to perform a survey on national production regarding the use of technology in Physics teaching. The main focus is to provide a depiction of production and identify characteristics and capabilities of using such tools by the voice of Physics Education researchers. As for criteria, national journals are selected with classifications of Qualis Capes A1, A2, and B1, in the field of Education, from 2005 to 2014. As a result, the study indicates the existence of fifty eight articles in twelve journals, which were categorized according to use or technological device applied. In a more relevant extent, it was identified that: different areas of Physics have been contemplated in researches; two national journals hold a significant portion of the national production on the topic; there were developments in terms of researches designed for high school in comparison to previous studies; and educational robotics, whose insertion in the school context has been intensified in recent years, is still little explored by researchers in the area of Physics Education.

**Keywords:** technologies, Physics education, state of the art, national journals.

---

\* cwerner@upf.br

## 1. Introdução

O uso das tecnologias como subsídio didático tem sido cada vez mais requisitado por alunos e professores e, aos poucos, vem se consolidando como uma importante e indispensável ferramenta no contexto educacional. Esse crescente interesse pode ser reflexo da intensa presença desses dispositivos no cotidiano das pessoas – especialmente dos jovens –, sejam elas adeptas ou não desses dispositivos. Com efeito, o contato diário dos sujeitos com as tecnologias tanto de comunicação como de interação torna sua presença no contexto educacional, mais do que uma alternativa didática, um recurso imprescindível para a aprendizagem, sobretudo em áreas diretamente vinculadas à tecnologia, como é o caso da Física.

Sobre isso, Lara et al. (2013) salientam que, na atualidade, os estudantes convivem com artefatos tecnológicos desde a infância, aliás, nascem em um mundo essencialmente tecnológico do qual fazem parte. Seu contexto social é constituído por tais dispositivos (computadores, videogames, tablets, celulares, câmeras de vídeo e outros), e a escola não pode desconsiderar essa realidade. Ao contrário, precisa incentivá-la, aprimorando e discutindo seu uso.

O interesse educacional em inserir as tecnologias na ação didática dos professores e utilizá-lo como recurso estratégico leva ao questionamento sobre a forma como as tecnologias vêm sendo apresentadas na produção científica nacional da área de Ensino. Mais especificamente, é estabelecido como recorte as pesquisas na área de ensino de Física e a forma como esses recursos tecnológicos tem sido fomentados pelos pesquisadores. Em outras palavras, a problemática central reside na discussão sobre que tecnologia as pesquisas em ensino de Física tem apontado para subsidiar as ações docentes.

Do exposto, define-se como objetivo do estudo proceder a um levantamento das publicações nacionais, nos últimos dez anos, referente à utilização de tecnologia no ensino de Física. O foco central está em fornecer um retrato dessas publicações e identificar características e potencialidades do uso dessas ferramentas na voz dos pesquisadores em Ensino de Física.

Como subsídio ao estudo, recorre-se a dois outros desenvolvidos com o mesmo propósito. O primeiro refere-se a uma investigação realizada por Araujo e Veit (2004), que analisaram quinze periódicos nacionais e internacionais datados de 1990 a 2003. Ao todo, os autores encontraram 136 artigos, que foram classificados, no que diz respeito ao uso do recurso em sala de aula, em sete categorias, a saber: “Instrução e avaliação mediada pelo computador” (22/136); “Modelagem e simulação computacional” (52/136); “Coleta e análise de dados em tempo real” (28/136); “Recursos multimídia” (13/136); “Comunicação a distância” (7/136); “Resolução algébrica/numérica e visualização de soluções matemáticas” (8/136); e “Estudo de processos cognitivos” (6/136). Outra classificação dos artigos foi quanto ao tema relacionado à Física, sendo 82 referentes a tópicos de Mecânica Geral, dezoito de Eletromagnetismo, catorze de Termodinâmica e nove sem especificação da área. Além dos resultados mencionados, os autores entendem que cerca de 50% dos artigos não poderiam ser classificados na categoria “Pesquisa em Ensino de Física”, pois apenas relatam *softwares* e descrevem ambientes virtuais ou recursos instrucionais.

A segunda pesquisa que fomentou o presente estudo foi a desenvolvida por Martins e Garcia (2011), que analisaram a produção, no período de 2000 a 2010, em cinco periódicos nacionais, relacionada ao ensino de Ciências e ao ensino de Física. Foram encontrados 32 trabalhos com enfoque nas tecnologias de informação e comunicação. A análise permitiu construir cinco categorias e identificar tendências de pesquisa na temática, assim organizadas pelos autores: “Discussão sobre teorias da aprendizagem” (dezesseis pesquisas); “Uso de *softwares* de animação”, simulação e modelagem (dezesseis pesquisas); “Aquisição e análise de dados experimentais com computador” (nove pesquisas); “Ambiente virtual de aprendizagem” (seis pesquisas); e “Uso da Internet no ensino-aprendizagem” (duas pesquisas). Salienta-se que alguns artigos foram classificados em mais de uma categoria, por abordarem mais de um enfoque ou apresentarem uma combinação de diferentes elementos em suas análises (MARTINS; GARCIA, 2011, p. 3).

As duas pesquisas relatadas apontam elementos importantes em termos da associação da tecnologia com o ensino de Física, contudo, tornam-se limitantes em termos de um olhar atualizado e para uma gama maior de periódicos nacionais. Em outras palavras, a pesquisa de Araujo e Veit (2004), além de ser desatualizada, envolve periódicos internacionais, e a de Martins e Garcia (2011), apesar de mais recente, restringe-se a cinco periódicos, o que se considera limitante para discutir o atual cenário nacional. Dessa forma, justifica-se o presente estudo como forma de apresentar um retrato atualizado envolvendo um maior número de periódicos.

## 2. Pesquisa

Para responder aos questionamentos levantados, o presente estudo adota uma pesquisa do tipo qualitativa, considerando o tipo de dados coletados. Nessa perspectiva, Rosa (2011) avalia que a pesquisa qualitativa tem sido a opção da maioria dos investigadores na área de Educação, os quais, sem deixar de lado a coleta de dados quantitativos, trabalham de forma a unir as duas possibilidades metodológicas. No caso do presente estudo, em que o objetivo principal consiste em apresentar o estado da arte na literatura nacional, os dados são apresentados e analisados de acordo com a sua frequência. Contudo, as implicações dessa ocorrência no âmbito tanto da pesquisa como de sala de aula são objetos de uma análise qualitativa. Além disso, por considerar que os dados coletados são integrantes de um banco de artigos publicados, a pesquisa define-se como de natureza bibliográfica.

A coleta de dados tomou como recorte os periódicos nacionais na Área de Ensino relacionados à Física/Ciências disponíveis *on-line* e classificados como Qualis A1, A2 e B1 no sistema *webqualis* da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), base de dados 2013. Como recorte da investigação, definiu-se, ainda, o período de 2005-2014. A identificação dos artigos nos referidos periódicos ocorreu por meio da leitura do título, das palavras-chave e do resumo, tendo como critério a identificação de termos como: tecnologia(s); software(s); simulador(es); Arduino; objeto(s) de aprendizagem; coleta de dado(s). Incluída a necessidade de estar vinculada ao ensino de Física. No caso de identificação da expressão “ensino de Ciências”, a busca deveria avançar no texto e evidenciar que o contexto mais específico referia-se ao ensino de Física.

Os artigos encontrados foram selecionados e constituíram os dados da pesquisa, que, após lidos, foram categorizados. Tais categorias, conforme Bardin (2011), reúnem um grupo de elementos da unidade de registro que são compiladas com base na relação entre significação, lógica do senso comum e orientação teórica do pesquisador. Elas podem, segundo a autora, ser definidas *a priori* ou elaboradas após a análise do material. No caso da presente pesquisa, tais categorias foram elucidadas mediante a leitura do material e consideraram o agrupamento de acordo com o emprego da ferramenta tecnológica.

A Tabela 1 apresenta os periódicos por ordem de classificação de seu Qualis Capes e o número de artigos encontrados na temática em investigação.

Tabela 1 - Periódicos e número de artigos. (Fonte: Dados da pesquisa, 2015).

| Qualis       | Periódico  | Número    |
|--------------|--|-----------|
| A1           | Ciência & Educação                                     | 5         |
| A1           | Revista Brasileira de Ensino de Física                 | 28        |
| A2           | Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências               | 1         |
| A2           | Investigações em Ensino de Ciências                    | 1         |
| A2           | Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências | 1         |
| B1           | Alexandria   | --        |
| B1           | Caderno Brasileiro de Ensino de Física                 | 17        |
| B1           | Ciência & Ensino                                       | 1         |
| B1           | Ciência em Tela  | --        |
| B1           | Experiências em Ensino de Ciências                     | 2         |
| B1           | Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia   | 1         |
| B1           | Revista Ciência & Ideias                               | --        |
| <b>Total</b> |  | <b>57</b> |

Detalhando os artigos em termos de suas categorias, a Tabela 2 as apresenta em ordem decrescente de frequência, com o respectivo número de artigos enquadrados em cada uma delas, encerrando-se com a categoria "Outros".

Tabela 2 - Categorias e número de artigos. (Fonte: Dados da pesquisa, 2015).

| Categoria                               | Número    |
|---|-----------|
| Análise do uso de tecnologias no ensino | 9         |
| Softwares educacionais                  | 9         |
| Simuladores computacionais              | 8         |
| Modelagem Computacional                 | 7         |
| Arduino                                 | 7         |
| Uso de recursos tecnológicos diversos   | 5         |
| Coleta de dados em tempo real           | 4         |
| Robótica                                | 2         |
| Outros                                  | 6         |
| <b>Total</b>                            | <b>57</b> |

A opção por classificar os artigos de forma distinta da apresentada por Araujo e Veit (2004) e por Martins e Garcia (2011) decorre dos dados emergidos da leitura do material, que apontaram novas categorias. Além disso, busca-se chamar a atenção para alguns dispositivos que, embora

venham sendo considerados como significativos para motivar os alunos na aprendizagem em Física, têm seu uso ainda inexpressivo, conforme será relatado na continuidade.

### 3. Resultados

A discussão dos resultados da pesquisa segue as categorias mencionadas na Tabela 2. Inicialmente, procede-se a uma apresentação do entendimento da categoria, para, na sequência, expor um quadro com os artigos nela classificados e o(s) tópico(s) de Física envolvido(s) em cada estudo. Alguns artigos não apresentam uma identificação direta com um conteúdo ou com a área da Física, sendo considerados como “sem identificação”. Isso ocorre, principalmente, nos textos enquadrados na categoria “Uso de recursos tecnológicos diversos”, pois se referem a reflexões sobre o uso das tecnologias no ambiente educacional, sem ater-se a uma discussão mais específica acerca do uso ou da estruturação de um recurso tecnológico.

#### a) Análise do uso de tecnologias no ensino

Nessa categoria, estão incluídos os artigos que abordam a análise do uso de tecnologias no ensino de forma a proporcionar uma reflexão teórica sobre sua inserção como recurso didático no ensino de Física. O Quadro 1 ilustra os textos dessa categoria.

| Artigo   |
|--|
| ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Modelos computacionais no ensino-aprendizagem de física: um referencial de trabalho. <i>Investigações em Ensino de Ciências</i> , v. 17, n. 2, p. 341-366, 2012.  |
| GIORDAN, M. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. <i>Ciência &amp; Educação</i> , v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005.   |
| KISIELEWICZ, L. A.; KOSCIANSKI, A. A implementação de Jogos de Computador Educacionais: uma visão geral. <i>Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia</i> , v. 4, n. 1, p. 92-111, 2011.   |
| MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H. F. B. Visões de ciência em desenhos animados: uma alternativa para o debate sobre a construção do conhecimento científico em sala de aula. <i>Ciência &amp; Educação</i> , v. 14, n. 3, p. 417-429, 2008.                            |
| PAULA, A. C. et al. Softwares educacionais para o ensino de física, química e biologia. <i>Revista Ciências &amp; Ideias</i> , v. 5, n. 1, p. 106-121, 2014.   |
| RANGEL, F. O.; SANTOS, L. S. F.; RIBEIRO, C. E. Ensino de Física mediado por tecnologias digitais de informação e comunicação e a literacia científica. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 29, n. especial - 1, p. 651-677, 2012.                      |
| SOUZA, C. A.; BASTOS, F. da P. Um ambiente multimídia e a resolução de problemas de física. <i>Ciência &amp; Educação</i> , v. 12, n. 3, p. 315-332, 2006.   |
| ANJOS, A. J. S. As novas tecnologias e o uso dos recursos telemáticos na educação científica: a simulação computacional na educação em Física. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 25, n. 3, p. 569-600, 2008.  |
| MACÊDO, J. A. et al. Levantamento das abordagens e tendências dos trabalhos sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação apresentados no XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 31, n. 1, p. 167-197, 2014. |

Quadro 1 - Artigos classificados na categoria análise do “Uso de tecnologias no ensino”. (Fonte: Dados da pesquisa, 2015).

Os nove artigos classificados nessa categoria (aproximadamente 16% do total de artigos) trazem reflexões referentes ao uso de tecnologias no ensino de Física quanto às suas

implicações, possibilidades e pesquisas desenvolvidas na área. Segundo os textos, o uso de tecnologias no ensino é uma necessidade, visto que o aluno se encontra em um contexto em que a tecnologia está presente. Essa inserção no contexto escolar pode ocorrer de várias formas, seja por meio do computador, da internet, de softwares, simulações, jogos, desenhos animados, ambientes virtuais de aprendizagem, ou várias outras possibilidades, cujo objetivo é tornar o ensino de Física mais atrativo e significativo para o estudante.

De acordo com Giordan (2005) e Paula et al. (2014), reflexões e pesquisas sobre a inserção de recursos tecnológicos na sala de aula já vêm sendo realizadas há algum tempo, com maior frequência nos últimos anos. Acompanha esse aumento de pesquisas na área o grande número de recursos desenvolvidos para fins didáticos, principalmente de softwares. No entanto, os artigos são unânimes quanto às implicações de se utilizar tecnologia em sala de aula, ressaltando que a sua mera inserção no contexto escolar não produzirá o interesse pela ciência nem a aprendizagem significativa dos estudantes, podendo, ao contrário, gerar desmotivação e dificuldades na atuação pedagógica do professor. Nesse sentido, os estudos alertam para a necessidade do planejamento, da escolha do recurso, da verificação da qualidade e da proposição de atividades que explorem as possibilidades oferecidas pelo recurso para se trabalhar os conceitos físicos. Nesse processo, é imprescindível o papel do professor, que deverá estar preparado para essa sua inserção.

#### **b) Softwares educacionais**

Por softwares educacionais entendem-se os programas desenvolvidos especificamente para fins educacionais, ou os que, embora não tenham sido desenvolvidos para esse fim, estão sendo utilizados no processo de ensino-aprendizagem. Enquadram-se nessa categoria os artigos que relatam a aplicação de um ou mais softwares no contexto educacional, na forma de proposta didática, os quais se encontram no Quadro 2.

| <b>Artigo</b>   |
|---|
| BEZERRA JUNIOR., A. G. et al. Vídeo-análise com o software livre tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda Lei de Newton. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 29, n. especial - 1, p. 469-490, 2012.           |
| CASTRO-PALACIO, J. C. et al. Developing computer use skills for problem solving in engineering students from the first year physics course. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 33, n. 3, p. 3313-1-3313-11, 2011.                             |
| MENDES, J. F.; COSTA, I. F.; SOUSA, C. M. S. G. O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 34, n. 2, p. 2402-1-2402-9, 2012. |
| NOGUEIRA, A. F. L. Experimentos para o ensino de eletrostática com auxílio computadorizado. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 28, n. 4, p. 445-451, 2006.  |
| PEREIRA, O. C. N. et al. Software de efeito estroboscópico por superposição de frames de vídeos aplicados no ensino de cinemática. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 29, n. 2, p. 267-282, 2012.   |
| PESSANHA, M. C. R.; COZENDEY, S. G.; SOUZA, M. O. Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de física experimental a distância. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 32, n. 4, p. 4503-1-4503-10, 2010.                                   |
| SANTOS JUNIOR, D. N.; LAHM, R. A. Proposta de oficina pedagógica: os recursos do software google earth™, da (re)escrita e do desenho na educação espacial. <i>Revista Ciência &amp; Ensino</i> , v. 2, n. 1, p. 1-14, 2007.                                   |

| Artigo  |
|---|
| VISCOVINI, R. C.; LOPES, N. B.; PEREIRA, D. Desenvolvimento de software de análise gráfica para planos de radioproteção. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 33, n. 1, p. 1505-1-1505-6, 2011. |
| MOREIRA, A. F.; BORGES, O. Ambiente de aprendizagem de Física mediado por animações. <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i> , v. 7, n. 1, p. 1-15, 2007.                               |

Quadro 2 - Artigos classificados na categoria "Softwares educacionais". (Fonte: Dados da pesquisa, 2015).

Nove artigos foram enquadrados nessa categoria, representando, aproximadamente, 16% do total. Os textos, em sua maioria, apresentam diferentes possibilidades de trabalho com softwares para aplicação em atividades em sala de aula, sinalizando vários aspectos positivos em relação ao seu uso no ensino de Física. Nos artigos, é enfatizado que a utilização dessa ferramenta pode ser um facilitador no processo de aprendizagem, uma vez que aproxima os alunos de situações reais, permitindo a construção e análise de modelos. Além disso, os estudos apontam que seu uso representa uma importante ferramenta matemática que otimiza o tempo e motiva os estudantes para as aulas de Física, ressaltando, ainda, a importância de que o software escolhido seja analisado de forma eficaz pelo professor frente às necessidades da turma e que sua aplicação siga um planejamento didático.

Dentre os softwares descritos pelos artigos, destacam-se o Tracker - Video Analysis and Modeling Tool, de acesso livre (BEZERRA JUNIOR et al., 2012); o Google Earth™2, de acesso livre (SANTOS JUNIOR; LAHM, 2007); o StrobeMovie, desenvolvido por Pereira et al. (2012); o Modellus, de acesso livre (MENDES; COSTA; SOUSA, 2012); e os softwares Cliente e Servidor de Comunicação e Servidor de Controle, desenvolvidos por Pessanha, Cozendey e Souza (2010).

### c) Simuladores computacionais

Por simuladores computacionais entendem-se os que envolvem a criação de ambientes que simulam situações reais, possibilitando explorar as que, por vezes, são difíceis de serem visualizadas ou vivenciadas em sala de aula (ou laboratório). A categoria é integralizada pelos artigos vinculados ao uso de simuladores computacionais e que descrevem a sua aplicação no contexto educacional na forma de proposta didática ou para fins de pesquisa. O Quadro 3 ilustra os textos enquadrados nessa categoria.

| Artigo   |
|--|
| ANDRADE, M. A.; COSTA, S. S. C. O uso de simulações computacionais para o ensino de óptica no ensino médio. <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , v. 1, n. 2, p. 18-29, 2006.  |
| CARDOSO, S. O. O.; DICKMAN, A. G. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 29, n. especial - 2, p. 891-934, 2012. |
| HECKLER, V.; SARAIVA, M. de F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. de S. O. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.                  |
| MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 29, n. especial - 1, p. 562-613, 2012.                            |
| REBELLO, A. P.; RAMOS, M. G. Simulação computacional e maquetes na aprendizagem de circuitos elétricos: um olhar sobre a sala de aula. <i>Experiências em Ensino de Ciências</i> , v. 4, n. 1, p. 23-33, 2009.   |



| Artigo  |
|---|
| SILVA, N. C. Laboratório virtual de física moderna: atenuação da radiação pela matéria. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 29, n. 3, p. 1206-1231, 2012.  |
| SIMÕES JUNIOR, F. J. R. et al. Física de plasma espacial utilizando simulação computacional de partículas. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 33, n. 1, p. 1310-1-1310-14, 2011.                    |
| VASATA, D. et al. Solução computacional do problema da cavidade cúbica através das equações de Navier-Stokes tridimensionais. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 33, n. 2, p. 2312-1-2312-10, 2011. |

Quadro 3 - Artigos classificados na categoria "Simuladores computacionais". (Fonte: Dados da pesquisa, 2015).

Na categoria, foram enquadrados oito artigos, representando, aproximadamente, 14% da produção, os quais descrevem as simulações computacionais como atividades exploratórias de observação, análise e interação do aluno ou pesquisador com o modelo apresentado. Como ferramenta de ensino, os textos apontam para as possibilidades de sua utilização no contexto escolar, facilitando a compreensão de fenômenos e de conceitos, além de permitir a visualização de situações muitas vezes impossíveis de serem vistas na realidade ou fora de um laboratório sofisticado (MACÊDO; DICKMAN; ANDRADE, 2012). Os artigos mostram que o uso de simuladores não apenas permite interação do pesquisador na construção e análise dos modelos, como também oferece diversos dispositivos independentes que possibilitam manipular e propor diferentes investigações; já na parte conceitual, sinalizam que praticamente não há diferenças entre o que pode ser abordado no laboratório real e no virtual (SILVA, 2012).

Entretanto, Cardoso e Dickman (2012) observam que, embora o uso de simuladores computacionais seja uma ferramenta bastante interessante tanto para o ensino quanto para a pesquisa, é necessário avaliar a simulação a ser utilizada, fazer um planejamento para a atividade a ser desenvolvida e observar as limitações. Heckler, Saraiva e Oliveira Filho (2007), por sua vez, mencionam que o seu uso não substitui o laboratório experimental, mas pode estar aliado, inclusive, a outras ferramentas utilizadas.

#### d) Modelagem computacional

Por modelagem computacional entende-se o uso de softwares específicos que permitem a realização de experimentos conceituais utilizando modelos matemáticos que são definidos a partir de variáveis. Nessa categoria, estão incluídos os artigos que abordam a modelagem computacional como uma ferramenta de ensino e de construção de modelos para análises. O Quadro 4 apresenta os textos dessa categoria.

| Artigo  |
|---|
| DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte II - circuitos RLC. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 30, n. 3, p. 3308-1-3308-16, 2008.       |
| DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006. |
| FIGUEIRA, J. S. Easy Java simulations – Modelagem computacional para o ensino de Física. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 27, n. 4, p. 613-618, 2005.   |
| GOMES, T.; FERRACIOLI, L. A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de Física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 28, n. 4, p. 453-461, 2006.  |



|  |
|--|
| MEIRELLES, S.; VIOLANTE-CARVALHO, N. Modelagem computacional da propagação de ondas superficiais no oceano: um subsídio para a compreensão dos fenômenos ópticos. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 29, n. 4, p. 555-563, 2007. |
| SILVA, J. R.; GERMANO, J. S. E.; MARIANO, R. S. SimQuest - ferramenta de modelagem computacional para o ensino de física. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 33, n. 1, p. 1508-1-1508-8, 2011.                                   |
| XAVIER JUNIOR, A. L. Modelagem computacional em problemas de eletrostática: efeito de campos de borda em capacitores cilíndricos finitos. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 29, n. 2, p. 241-249, 2007.                         |

Quadro 4 - Artigos classificados na categoria "Modelagem computacional". (Fonte: Dados da pesquisa, 2015).

Dos cinquenta e sete artigos selecionados para o estudo, sete enquadram-se nessa categoria, representando, aproximadamente, 12% do total. De acordo com esses estudos, a modelagem computacional permite a criação e a modificação de modelos que facilitam a compreensão e visualização dos resultados, o que, muitas vezes, seria impossível realizar em um experimento real. Como uma ferramenta didática, os artigos apontam para grandes contribuições no desempenho e interesse dos alunos quando se trabalham atividades envolvendo modelagem computacional. Ainda, salientam que a sua utilização permite que o aluno interaja de modo a modificar um modelo ou criar o seu próprio com base nas suas concepções, abrindo, também, a possibilidade de, a partir do erro, buscar soluções, refletindo em uma aprendizagem significativa (GOMES; FERRACIOLI, 2006; DORNELES; ARAUJO; VEIT, 2006).

Tais estudos evidenciam, ainda, que, ao trabalhar com modelagem computacional, é necessário compreender que se trata de situações ideais, portanto, aproximações das situações reais e não ela exatamente. Essa relação é importante no processo de aprendizagem. Além disso, ressaltam que o uso da modelagem computacional não substitui o laboratório experimental, mas é uma ferramenta de grande relevância e que pode trazer grandes contribuições.

Dos recursos utilizados para a realização da modelagem computacional, citados pelos artigos, destaca-se a utilização dos softwares Modellus (DORNELES; ARAUJO; VEIT, 2006; 2008) e SimQuest (SILVA; GERMANO; MARIANO, 2011). De acesso livre, esses softwares dispensam o uso de conhecimentos de linguagem de programação, o que facilita a utilização e permite a manipulação, bem como a definição de parâmetros e variáveis para a construção da simulação pelos alunos. Além desses, foram utilizados o Ambiente WorldMaker, o Easy Java Simulations e linguagens de programação.

#### e) Arduino

Nessa categoria, estão incluídos os artigos que abordam o uso do Arduino como uma interface de aquisição de dados e suas potencialidades em combinação com o uso do computador, no contexto escolar, e descrevem a sua aplicação na forma de propostas didáticas. O Arduino é uma plataforma de hardware livre que permite a automação de projetos robóticos e interativos. Um dos seus objetivos é permitir a criação de robôs e outros dispositivos programáveis com baixo custo, principalmente para aqueles que não possuem alcance a componentes mais sofisticados (e caros) e a ferramentas de programação mais complexas, uma vez que a sua programação é de fácil aprendizado e compreensão.

Ainda, existem dezenas de ambientes de programação para ele, a maioria open-source, ou seja, que podem ser usados sem a necessidade de pagamento. O Quadro 5 ilustra os artigos dessa categoria.

| Artigo   |
|--|
| AGUIAR, C. E.; PEREIRA, M. M. Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de Física em tempo real. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 34, n. 3, p. 3303, 2012.   |
| CARVALHO, L. R. M.; AMORIM, H. S. Observando as marés atmosféricas: uma aplicação da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 36, n. 3, p. 3501-1-3501-7, 2014. |
| CAVALCANTE, M. A.; RODRIGUES, T. T. T.; BUENO, D. A. Controle Remoto: observando códigos com o Arduino (parte 2 de 2). <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 31, n. 3, p. 614-641, 2014.                                      |
| CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 33, n. 4, p. 4503-1-4503-9, 2011.   |
| ROCHA, F. S.; MARRANGHELLO, G. F. Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino de Física em tempo real. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 31, n. 1, p. 98-123, 2014.   |
| SOUZA, A. R. et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 33, n. 1, p. 1702-1-1702-5, 2011.   |
| CAVALCANTE, M. A. Novas tecnologias no estudo de ondas Sonoras. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 30, n. 3, p. 579-613, 2013.   |

Quadro 5 - Artigos classificados na categoria "Arduino". (Fonte: Dados da pesquisa, 2015).

Nessa categoria, situam-se seis artigos (aproximadamente 11% do total de artigos encontrados) que relatam a utilização do Arduino como um recurso didático com consideráveis vantagens para o ensino de Física. Entre elas, é mencionado que o Arduino e demais componentes utilizados em projetos são de baixo custo e que sua utilização é amplamente divulgada em sites na web. No ensino, a sua utilização permite não só trabalhar conceitos físicos, como também estimular o aluno a desenvolver conhecimentos na área de eletrônica e programação, implementando seus próprios projetos. Além disso, trata-se de uma forma atrativa de apresentar conceitos e suas aplicações tecnológicas, tornando as aulas mais dinâmicas e interessantes aos alunos.

Cavalcante, Tavoraro e Molisani (2011) mostram o uso do Arduino para o estudo de carga e descarga de um capacitor. Nesse caso, foi utilizado um circuito convencional acoplado ao Arduino para a aquisição e automação de dados. Com a utilização de códigos de programação, os autores demonstram que o Arduino, juntamente com um computador, pode ter outras aplicações além da aquisição de dados, revelando grandes potencialidades. Ainda, nesse artigo, é mostrada a possibilidade de se usar o Arduino juntamente com a linguagem de programação Processing para a obtenção de gráficos em tempo real a partir de dados oriundos do Arduino.

O exemplo acima revela que nas propostas metodológicas apresentadas pelos artigos o uso do Arduino não está restrito apenas à coleta de dados, podendo ser igualmente utilizado para a construção de uma grande variedade de atividades que incluem gráficos em tempo real, construção de jogos, animações interativas, entre outras. Nesse sentido, os textos sinalizam para o grande potencial do uso do Arduino no ensino como ferramenta didática.

**f) Uso de recursos tecnológicos diversos**

Os artigos agrupados nessa categoria trazem a união de dois ou mais recursos tecnológicos aliados a outras metodologias para a abordagem de conceitos físicos. Nela estão inclusos os que não foram enquadrados nas categorias acima, mas que de alguma forma envolvem algum tipo de recurso tecnológico. O Quadro 6 apresenta os textos dessa categoria.

| Artigo  |
|---|
| CASTRO-PALACIO, J. C. et al. Uso de um sensor de aceleração de um smartphone para estudar movimentos circulares uniformes e uniformemente acelerados. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 36, n. 2, p. 2315-1-2315-5, 2014.            |
| CORVELONI, E. P. M. et al. Utilização de máquina fotográfica digital (multi-burst) para aulas experimentais de cinemática - queda livre. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 31, n. 3, p. 3504-1-3504-4, 2009.                         |
| GANCI, A. Como dois ou mais PC's s podem ser conectados simultaneamente por meio de uma "internet key" ou um modem para celular: uma solução de baixo custo. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 33, n. 1, p. 1701-1-1701-2, 2011.     |
| MÜLLER, M. G. et al. Implementação do método de ensino Peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto "uca" em aulas de física do ensino médio. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 29, n. especial - 1, p. 491-524, 2012. |
| RODRIGUES, E. V.; ZIMMERMANN, E.; HARTMANN, Â. M. Lei da gravitação universal e os satélites: uma abordagem histórico-temática usando multimídia. <i>Ciência &amp; Educação</i> , v. 18, n. 3, p. 503-525, 2012.                                      |

Quadro 6 - Artigos classificados na categoria "Uso de recursos tecnológicos diversos". (Fonte: Dados da pesquisa, 2015).

Do total, aproximadamente 9% dos artigos selecionados para o estudo enquadram-se nessa categoria, apresentando diferentes possibilidades de utilização de ferramentas tecnológicas simples e de fácil alcance para a abordagem de conceitos de Física. Dentre os recursos destacados pelos artigos, estão o computador, a câmera digital, placa de som, microfone, aplicativos, entre outros, ferramentas que, em sua maioria, foram aplicadas no contexto escolar, revelando as possibilidades de uso e contribuições positivas no ensino e na aprendizagem.

Como exemplo da aplicação desses dispositivos, menciona-se o estudo de Corveloni et al. (2009), que descrevem como utilizar uma câmera fotográfica digital com função multi-burst (fotos tiradas em sequência) para analisar o movimento de queda livre realizado com a ajuda de um aparelho simples. Com a ajuda do editor de imagens Paint, do Windows, a sequência de imagens forneceu dados para a construção de uma tabela no Excel, em que se estabeleceu a relação entre o tempo e a posição do objeto. Com essa tabela, construiu-se um gráfico e determinou-se o valor da aceleração gravitacional.

Conforme exemplificado acima, os artigos trazem os recursos tecnológicos aliados a outros com o intuito de facilitar o entendimento do aluno e propiciar-lhe uma maior interação em atividades experimentais. Além disso, destacam que tais recursos encontram-se geralmente disponíveis no contexto escolar, sendo parte do cotidiano dos estudantes, como o computador, o smartphone e a câmera fotográfica.

**g) Coleta de dados em tempo real**

Nessa categoria, estão incluídos os artigos que apresentam recursos para a obtenção de dados em tempo real para análise, caso do uso de gráficos, tabelas, cálculos estatísticos e captura de imagens. O Quadro 7 apresenta os textos dessa categoria.

| Artigo   |
|--|
| PINTO NETO, O.; MAGINI, M.; SABA, M. M. F. Análise cinemática de um movimento de Kung-Fu: a importância de uma apropriada interpretação física para dados obtidos através de câmeras rápidas. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 28, n. 2, p. 235-239, 2006. |
| RAMIREZ, A. R. G.; CINELLI, M. J.; INRIGOITE, A. M. Automação para obtenção de dados de uma experiência de Física: 2a Lei de Newton. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 27, n. 4, p. 609-612, 2005.  |
| ROCHA, F. S. da.; GUADAGNINI, P. H. Projeto de um sensor de pressão manométrica para ensino de física em tempo real. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 31, n. 1, p. 124-148, 2014.  |
| MONTEIRO, M. A. A. et al. Protótipo de uma atividade experimental: o estudo da cinemática realizada remotamente. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 30, n. 1, p. 191-208, 2013.  |

*Quadro 7 - Artigos classificados na categoria "Coleta de dados em tempo real". (Fonte: Dados da pesquisa, 2015).*

Apenas quatro artigos foram enquadrados nessa categoria (aproximadamente 7%), destacando que o uso de recursos para a obtenção de dados em tempo real permite que o aluno possa se concentrar na compreensão dos conceitos físicos, sem a necessidade de ficar fazendo anotações para posteriormente proceder à análise dos dados. Ainda, os artigos enfatizam a eficiência, o tempo empregado na realização da atividade, a facilidade de se manipular os dados por meio da criação de tabelas, gráficos e da realização de cálculos estatísticos como pontos positivos e que contribuem para um momento mais dinâmico e interessante para o aluno (RAMIREZ; CINELLI; INRIGOITE, 2005; PINTO NETO; MAGINI; SABA, 2006). Os recursos apresentados nos artigos referem-se ao uso do computador com adaptações, bem como à utilização de sensores, joystick, câmera rápida, softwares e programação.

O artigo de Ramirez, Cinelli e Inrigoite (2005) apresenta uma solução automatizada para uma atividade experimental em Física (segunda lei de Newton) utilizando a porta joystick no Phywe para aquisição de dados de forma digital. Já o artigo de Pinto Neto e Magini (2006) utiliza uma câmara que filma a uma taxa de 1000Hz para estudar o deslocamento da mão de um lutador em função do tempo em um golpe de Kung-Fu. Rocha e Guadagnini (2014) fazem uso de um dispositivo que une um sensor, uma placa de Arduíno e uma interface USB para realizar a medida da pressão de um sistema gasoso em comparação com a pressão atmosférica local. E por fim, Monteiro et al. (2013) desenvolveram um protótipo para a realização de um experimento de cinemática a distância, em que é possível controlar e obter os dados em tempo real.

**h) Robótica**

Por robótica entende-se o uso de sistemas compostos por partes mecânicas e elétricas (hardware), controladas por softwares embutidos em circuitos integrados. A robótica

tradicionalmente é levada às escolas na forma de kits elaborados por empresas especializadas, como a Lego. Nesse sentido, essa categoria buscou identificar artigos que vêm se servindo desse recurso para verificar a forma como este tem sido utilizado no contexto da pesquisa em ensino de Física. O Quadro 8 apresenta os textos dessa categoria.

| Artigo  |
|---|
| PIASSI, L. P. Robôs e andróides: a abordagem de questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula. <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i> , v. 11, n. 3, p. 165-184, 2011. |
| PIMENTEL, J. R. Demonstre em aula: correntes de Foucault exploradas com um disco rígido de computador. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 25, n. 1, p. 160-167, 2008.                           |

Quadro 8 - Artigos classificados na categoria "Robótica". (Fonte: Dados da pesquisa, 2015).

Os dois artigos enquadrados nessa categoria representam aproximadamente 2% do total selecionado. Os resultados neles expressos sinalizam que o uso da robótica é capaz de estimular e provocar interesse no aluno, podendo levá-lo a desenvolver seus próprios projetos e criar gosto pela ciência (PIMENTEL, 2008). Também, trazem a reflexão de cunho filosófico e social acerca da substituição do homem pelas máquinas e das consequências da utilização da tecnologia (PIASSI, 2011).

Com relação ao artigo de Piassi (2011), destaca-se que este fornece uma interessante discussão a respeito do uso de robôs como figura humana, às vezes de forma dócil, benéfica e outras, de forma agressiva, com finalidades militares, ilustradas em obras de ficção. O artigo de Pimentel (2008), por sua vez, traz uma proposta de construção de um rotor, a partir de sucatas de equipamentos de informática, com o intuito de trabalhar tópicos de eletromagnetismo, tanto no ensino médio quanto no ensino superior. O texto descreve a construção do rotor e explica o seu funcionamento, relacionando-o com o conteúdo proposto. Segundo o autor, a sua utilização visa instigar o aluno e possibilitar diferentes usos, sendo fácil obter as peças e realizar a montagem.

Embora os artigos tenham como tema central a robótica, nota-se que esta é abordada de forma bastante limitada, não contemplando propostas de metodologias e aplicações no contexto escolar. Tampouco é citado nos artigos o uso de kits de robótica de empresas especializadas e que, ultimamente, têm sido adquiridos com frequência pelas escolas.

### i) Outros

Os artigos agrupados nessa categoria não se enquadraram nas anteriores, mas abordam o uso de tecnologia no ensino de Física. O Quadro 9 apresenta os textos dessa categoria.

| Artigo   |
|--|
| AGUIAR, C. E.; PEREIRA, M. M. O computador como cronômetro. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 34, n. 3, p. 3303-1-3303-6, 2012.   |
| BETZ, M. E. M.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. Material instrucional apresentando conteúdos de métodos computacionais para o ensino de Física. <i>Caderno Brasileiro de Ensino de Física</i> , v. 29, n. especial - 2, p. 787-811, 2012.  |
| CAVALCANTI FILHO, C. M.; FREITAS, R. S.; LAY, V. Recursos tecnológicos para auxiliar o ensino-aprendizagem da astronomia no Curso de Bacharelado em Física na Universidade Nacional Timor Lorosa'e em Timor-Leste. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 34, n. 1, p. 2401-1-2401-10, 2012. |

| Artigo   |
|--|
| PAIVA, A. P. S. Utilizar as TIC para ensinar física a alunos surdos – estudo de caso sobre o tema “a luz e a visão”. <i>Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências</i> , v. 6, n. 3, p. 1-28, 2006.                                  |
| PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. <i>Revista Brasileira de Ensino de Física</i> , v. 28, n. 2, p. 241-248, 2006.                                 |
| 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. <i>Ciência &amp; Educação</i> , v. 18, n. 1, p. 99-122, 2012. |

*Quadro 9 - Artigos classificados na categoria “Outros”. (Fonte: Dados da pesquisa, 2015).*

Seis artigos, que não puderam ser enquadrados nas demais categorias, apresentam a criação de site, a utilização de plataforma de educação à distância, equipamentos de astronomia (Telescópio...), confecção de materiais didáticos utilizando programas como Excel, pesquisas a páginas da internet como Wikipédia, sugestões de roteiros utilizando softwares, entre outros recursos. Esses artigos enfatizam a importância da utilização de diferentes recursos tecnológicos como uma ferramenta didática capaz de gerar motivação, interesse e autonomia aos alunos. No entanto, ressaltam que a sua utilização não garante o sucesso no ensino-aprendizado, mas sim a forma de trabalho desenvolvido pelo professor (PAIVA, 2006). Nessa mesma perspectiva, Pires e Veit (2006) observam que um dos desafios para o uso de tais recursos é fazer do uso da informática uma ferramenta cognitiva de aprendizagem de Física de fato, e não apenas uma forma de entretenimento.

O artigo de Betz e Ribeiro-Teixeira (2012), por exemplo, apresenta um material instrucional digital, disponibilizado em um site, onde foram agrupados quatro softwares – Planilha Eletrônica Calc, Modellus, HotPotatoes e CmapTools –, todos de acesso livre. O material está organizado de modo apresentar os softwares, estratégias de ensino que podem ser realizadas mediante o seu uso e os conteúdos de Física que podem ser abordados. Parte desse material foi aplicada, em uma disciplina de um curso de especialização a distância, para professores da educação básica. O artigo enfatiza a necessidade de os professores terem acesso, nos cursos de formação, a ferramentas computacionais e métodos para utilizarem em suas práticas.

No artigo de Cavalcanti Filho, Freitas e Lay (2012), aborda-se um estudo realizado com duas turmas de ensino superior, bacharéis em Física. Em uma das turmas, foram utilizados recursos tecnológicos no ensino de astronomia, e, em outra, foram trabalhados os conceitos de forma tradicional. Os recursos utilizados com uma das turmas incluíam os seguintes equipamentos: a bola do céu, o telescópio, mapas celestes, figuras astronômicas, o giroscópio e o YouTube. Os resultados revelam que os estudantes que tiveram acesso aos recursos mostraram-se mais motivados e integrados com os conteúdos trabalhados em comparação com os estudantes que não tiveram esse acesso. O artigo também destaca que o seu uso desenvolveu habilidades de manuseio, colaboração entre os grupos e domínio de tecnologias pelos alunos.

Ainda, o estudo de Pires e Veit (2006) relata uma experiência didática com alunos de primeiro ano do ensino médio, para se trabalhar o tema “gravitação”. Como recurso tecnológico, foi desenvolvido um site e utilizada a plataforma de educação a distância TelEduc como um



ambiente virtual de aprendizagem. Os resultados mostram que os alunos se sentiram mais motivados e participativos nas aulas de Física. Um ponto positivo enfatizado pelo artigo foi o acesso bastante significativo dos alunos ao ambiente de aprendizagem, bem como as discussões desenvolvidas nos fóruns extraclasse, o que implicou o aumento da carga horária de Física.

Os artigos dessa categoria exemplificam a diversidade de recursos que as tecnologias oportunizam aos professores. É importante salientar que um dos principais objetivos de introduzir tecnologias no ensino de Física é dar significado aos conceitos e à sua aplicação no mundo vivencial, seja ele próximo ou remoto.

#### 4. Considerações finais

O texto apresentado buscou discutir a forma como as tecnologias estão sendo utilizadas no ensino de Física na compreensão de seus pesquisadores, estabelecendo-se como recorte os últimos dez anos e os periódicos com Qualis A1, A2 e B1 do estrato Capes. Os artigos relatados referem-se a experiências em sala de aula, fornecendo indícios sobre a viabilidade da utilização dessas tecnologias como ferramentas de ensino, bem como a preocupação da comunidade de especialistas em oportunizar tal inserção.

Em termos dos resultados do trabalho, destaca-se que os artigos nos últimos dez anos têm ampliado a gama de tópicos em Física para além da Mecânica Newtoniana, respondendo uma preocupação de Araujo e Veit (2004). Há aproximadamente uma década, os autores mencionaram haver uma preocupação excessiva referente à inserção de tecnologia na abordagem dos referidos tópicos (82/136), relatando que, apesar de ser importante e de se tratar de uma herança científica, os currículos precisam ir além e abordar tópicos como Eletromagnetismo, Ótica, Termodinâmica, Relatividade, Mecânica Quântica e outros (2004, p. 8). Nesse sentido, pode-se afirmar que o apelo feito pelos autores foi atendido e que hoje há pesquisas em praticamente todos os conteúdos abordados no ensino médio.

Ainda com relação à pesquisa desenvolvida por Araujo e Veit (2004), salienta-se que o número de artigos na categoria “Coleta de dados em tempo real” representava, naquele estudo, aproximadamente 20% do total, ou seja, 34 artigos. Atualmente, esse número foi reduzido para 7%. Evidentemente que os periódicos analisados eram distintos, uma vez que o artigo mencionado considerava doze periódicos internacionais e três nacionais, e o presente, doze nacionais. Contudo, tal situação remete à identificação de que, na atualidade, há novos dispositivos tecnológicos e o foco da inserção em sala de aula ultrapassa a coleta de dados.

Outro aspecto revelado por este estudo é o excessivo número de artigos em um único periódico nacional. A Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) detém aproximadamente 50% dos textos na temática. Tal característica evidencia uma forte identificação do periódico com as tecnologias educacionais e uma preocupação em fornecer subsídios aos professores e pesquisadores nessa área. Por integrar a base de dados Scielo e estar classificado como Qualis Capes A1, esse periódico acaba por ser uma importante fonte de consulta tanto da comunidade interna como externa. Logo, as pesquisas da RBEF revelam a preocupação nacional em termos do uso das tecnologias no ensino de Física. Nesse sentido, também se observa que o periódico

Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) apresenta um número considerável de artigos na temática (12/57).

A RBEF e o CBEF somam aproximadamente 80% dos artigos analisados, sendo um indicativo de fonte de pesquisa e publicação para os investigadores da área. Esse dado, quando analisado frente ao recorte estabelecido na pesquisa de Martins e Garcia (2011), demonstra que os autores, na oportunidade, procederam à seleção dos periódicos que retratavam o cenário da pesquisa na temática, pois ambos – que contêm praticamente 80% da atual produção nacional – foram considerados em seu estudo. Dessa forma, ao considerar doze periódicos, o presente estudo revelou que as áreas de tecnologias estão mais propensas a serem publicadas em apenas dois deles e que, tendo acesso a esses dois periódicos, é possível conhecer a produção nacional.

Ainda de acordo com o estudo de Martins e Garcia (2011, p. 6), a maioria das pesquisas em tecnologias no ensino de Física relata ou busca aplicações no ensino superior. Contudo, o que se observa é que essa tendência continua; porém, há uma significativa produção voltada ao ensino médio, especialmente no CBEF, o que não ocorre na RBEF, que mantém o seu foco voltado ao ensino superior. Nesse sentido, vale mencionar que esse periódico apresenta como objetivo a melhoria do ensino de Física em todos os níveis de escolarização. Já o CBEF apresenta-se como voltado prioritariamente para os cursos de formação de professores de Física e, portanto, mais engajado com o ensino médio.

Cabe destacar, igualmente, que o uso da robótica educativa, que tem sido considerada uma aliada e motivadora para o ensino de Física, não é expressivo nas pesquisas nacionais. Conforme Zilli (2004), a robótica educacional permite que o estudante tome conhecimento da tecnologia atual e desenvolva habilidades, dentre as quais, raciocínio lógico, habilidades manuais e estéticas, relações interpessoais e intrapessoais, integração de conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos, investigação e compreensão, representação e comunicação, trabalho com pesquisa, resolução de problemas por meio de erros e acertos, aplicação das teorias formuladas a atividades concretas, utilização da criatividade em diferentes situações e capacidade crítica. Bortolazza, Ribeiro e Silva (2014) destacam que diversos países já têm incorporado em seus sistemas de ensino a robótica educacional. No Brasil, no entanto, não há políticas públicas de abrangência nacional a respeito desse tema, limitando-se a experiências isoladas no contexto educacional. Nessa perspectiva, destaca-se a escassa divulgação de pesquisas desenvolvidas na área pelos periódicos nacionais, dificultando a difusão e a inserção da robótica educacional em sala de aula.

Por fim, ressalta-se que os artigos investigados revelam a preocupação da comunidade científica com a inserção de tecnologias no ensino de Física. No entanto, ela ainda se impõe como um desafio para os professores, à medida que tais pesquisas, como mostram Megid Neto e Pacheco (1998), permanecem presas aos periódicos e raramente são utilizadas como fonte de consulta pelos professores. Inserir tecnologias no ensino passa pela investigação de propostas didáticas fundamentadas e debatidas na comunidade científica. Caso contrário, poderão se tornar mais uma panaceia, a exemplo da construção de equipamentos didáticos e do consequente uso da experimentação em sala de aula, que, na maioria dos casos, foi utilizada sem um referencial teórico apropriado.

## 5. Referências

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. 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, p. 5-18, 2004.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. ed. Lisboa: Edições 70, 2011.

BEZERRA JUNIOR., A. G. et al. Vídeo-análise com o software livre tracker no laboratório didático de Física: movimento parabólico e segunda Lei de Newton. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. especial - 1, p. 469-490, 2012.

BETZ, M. E. M.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. Material instrucional apresentando conteúdos de métodos computacionais para o ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. especial - 2, p. 787-811, 2012.

BORTOLAZZA, C. J.; RIBEIRO, D. J.; SILVA, W. L. de O. O uso da robótica educacional em aulas práticas de física no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 4, 2014, Ponta Grossa, Anais... Ponta Grossa: UFTPR, 2014. Disponível em: <<http://sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/ensino-de-fisica/01409544082.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

CARDOSO, S. O. O.; DICKMAN, A. G. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. especial - 2, p. 891-934, 2012.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C.; MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 4, p. 4503-1-4503-9, 2011.

CAVALCANTI FILHO, C. M.; FREITAS, R. S.; LAY, V. Recursos tecnológicos para auxiliar o ensino-aprendizagem da astronomia no Curso de Bacharelado em Física na Universidade Nacional Timor Lorosa'e em Timor-Leste. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 1, p. 2401-1-2401-10, 2012.

CORVELONI, E. P. M. et al. Utilização de máquina fotográfica digital (multi-burst) para aulas experimentais de cinemática - queda livre. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 3, p. 3504-1-3504-4, 2009.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. Parte II - circuitos RLC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 30, n. 3, p. 3308-1-3308-16, 2008.

GOMES, T.; FERRACIOLI, L. A investigação da construção de modelos no estudo de um tópico de Física utilizando um ambiente de modelagem computacional qualitativo. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 4, p. 453-461, 2006.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. de F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. de S. O. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.

LARA, A. L. et al. Ensino de Física mediado por tecnologias de informação e comunicação: um relato de experiência. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – SNEF, 20, 2013, São Paulo, Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2013. Disponível em: <[http://www.dafis.ct.utfpr.edu.br/pibid/documentos/T0773-2\\_SNEF\\_2013\\_TIC\\_antigo.pdf](http://www.dafis.ct.utfpr.edu.br/pibid/documentos/T0773-2_SNEF_2013_TIC_antigo.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2016.

MEGID NETO, J.; PACHECO, D. Pesquisas sobre o ensino de Física do 2º grau no Brasil. In: NARDI, R. (Org.). *Pesquisas em ensino de física*. São Paulo: Escrituras, 1998. p. 5-20.

MENDES, J. F.; COSTA, I. F.; SOUSA, C. M. S. G. O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 34, n. 2, p. 2402-1-2402-9, 2012.

MONTEIRO, M. A. A. et al. Protótipo de uma atividade experimental: o estudo da cinemática realizada remotamente. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 30, n. 1, p. 191-208, 2013.

PAIVA, A. P. S. Utilizar as TIC para ensinar física a alunos surdos – estudo de caso sobre o tema “a luz e a visão”. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 6, n. 3, p. 1-28, 2006.

PAULA, A. C. et al. Softwares educacionais para o ensino de física, química e biologia. *Revista Ciências & Ideias*, v. 5, n. 1, p. 106-121, 2014.

PEREIRA, O. C. N. et al. Software de efeito estroboscópico por superposição de frames de videoclipes aplicada no ensino de cinemática. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. 2, p. 267-282, 2012.

PESSANHA, M. C. R.; COZENDEY, S. G.; SOUZA, M. O. Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de física experimental a distância. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 32, n. 4, p. 4503-1-4503-10, 2010.

PIASSI, L. P. Robôs e androides: a abordagem de questões sociopolíticas de ciência e tecnologia em sala de aula. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 3, p. 165-184, 2011.

PIMENTEL, J. R. Demonstre em aula: correntes de Foucault exploradas com um disco rígido de computador. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 25, n. 1, p. 160-167, 2008.

PINTO NETO, O.; MAGINI, M.; SABA, M. M. F. Análise cinemática de um movimento de Kung-Fu: a importância de uma apropriada interpretação física para dados obtidos através de câmeras rápidas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 2, p. 235-239, 2006.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 2, p. 241-248, 2006.

RAMIREZ, A. R. G.; CINELLI, M. J.; INRIGOITE, A. M. Automação para obtenção de dados de uma experiência de Física: 2a Lei de Newton. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 27, n. 4, p. 609-612, 2005.

ROSA, C. T. W. A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física. 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

ROCHA, F. S. da.; GUADAGNINI, P. H. Projeto de um sensor de pressão manométrica para ensino de física em tempo real. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 31, n. 1, p. 124-148, 2014.

SANTOS JUNIOR, D. N.; LAHM, R. A. Proposta de oficina pedagógica: os recursos do software google earth™, da (re)escrita e do desenho na educação espacial. Revista Ciência & Ensino, v. 2, n. 1, p. 1-14, 2007.

SILVA, J. R.; GERMANO, J. S. E.; MARIANO, R. S. SimQuest - ferramenta de modelagem computacional para o ensino de física. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, p. 1508-1-1508-8, 2011.

SILVA, N. C. Laboratório virtual de física moderna: atenuação da radiação pela matéria. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 29, n. 3, p. 1206-1231, 2012.

ZILLI, S. do R. A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: perspectivas e prática. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2004.