

# Eletrônica e programação para o licenciado em Física no Brasil: uma análise entre a formação docente e a literatura de ensino de Física

Cícero Elias dos Santos Júnior <sup>[1]</sup>, Jacques Cousteau da Silva Borges <sup>[2]</sup>

[1]cicero.elias@ifrn.edu.br. Licenciatura em Física-IFRN/Campus Caicó. [2]cousteau.borges@ifrn.edu.br. Diretoria acadêmica de Indústria-IFRN/Campus Natal.

## RESUMO

Apresentamos neste artigo uma análise a respeito das competências em Eletrônica e Programação/Algoritmos nas Licenciaturas em Física no Brasil, e na literatura voltada para o ensino de Física em um intervalo de 10 anos. Para compreendermos como se organizam os cursos de Licenciatura em Física, foi realizado um levantamento histórico sobre os seus desenvolvimentos e pesquisas referentes a legislações que regulamentam esses cursos no país. Por fim, fazemos nossas considerações a respeito das competências analisadas com base nos dados obtidos.

**Palavras-chave:** Eletrônica. Programação. Algoritmos. Formação docente.

## ABSTRACT

*We present in this article an analysis of the competences in Electronics and Programming / Algorithms in the Teaching degree in Physics of Brazil, and in the literature focused on the teaching of Physics in an interval of 10 years. In order to understand how the teaching degree courses in physics are organized, a historical survey was carried out on how they were developed. We also carried out a research on the laws that regulate these courses in the country. Finally, we wrote about the competences analyzed based on the data obtained.*

**Keywords:** *Electronic products. Programming. Algorithms. teacher training.*

## 1 Introdução

A busca por novas tecnologias que auxiliem ao ensino de Física se faz cada vez mais presente nas salas de aula. As mais variadas metodologias utilizam essas ferramentas como itens essenciais para suas propostas de ensino. Esse caminho tomado pelas salas de aula é natural, uma vez que equipamentos como computadores, smartphones e tablets estão disseminados por toda sociedade. Logo, as interfaces dessas tecnologias possibilitam que as interações entre os alunos e esses equipamentos se deem de forma natural, proporcionando a elas grandes potencialidades como ferramentas para o ensino.

Com essa tendência gerada pelas novas tecnologias, é necessário que a formação docente assegure as competências necessárias para que o futuro professor possa inserir de maneira eficiente essas ferramentas no planejamento de suas aulas, quando elas se fizerem necessárias.

Esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de investigar a incidência dos conhecimentos referentes às áreas de Eletrônica e Programação/Algoritmos nos artigos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física e se os cursos de formação de professores para o ensino de Física capacitam seus alunos para trabalharem com essas tecnologias.

No desenvolvimento desse trabalho é realizado, no tópico “Licenciatura em Física no Brasil”, um levantamento histórico sobre os cursos de Licenciatura em Física no Brasil, abordando principalmente os fatos que ocorreram até a atual configuração da licenciatura.

Em seguida, no tópico “Licenciatura em Física – estrutura curricular”, tratamos dos pontos essenciais para a formação docente, apresentando inicialmente leis que regulamentam os currículos das licenciaturas e considerando a formação básica específica necessária ao professor. Em seguida, mostramos dados referentes a (não) oferta das disciplinas de Eletrônica e Programação/Algoritmos nos cursos de Licenciatura em Física em todo o Brasil.

No tópico “Análise dos artigos da Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)”, investigamos as pertinências dos conhecimentos em Eletrônica e Programação/Algoritmos na RBEF entre o período de 2006 a 2015 e analisamos os dados obtidos, tal como suas implicações no ensino de Física.

Por fim, apresentamos nossas conclusões relativas a essa pesquisa, onde será discutida a importância desse tema para o ensino.

## 2 Licenciatura em Física no Brasil

A física é o ramo da ciência que investiga a natureza em seus aspectos mais fundamentais. A pesquisa permite a evolução dessa ciência, possibilitando compreendê-la e utilizá-la para o avanço tecnológico.

Na primeira metade do século XX, o avanço da física ocorria a passos largos. Muito se deve ao desenvolvimento da mecânica quântica, que contribuiu para a descoberta de novos fenômenos. “Um deles, o da condução eletrônica em semicondutores, possibilitou a invenção do transistor em 1947 e dos circuitos integrados no final da década de 50. Essas invenções revolucionaram a eletrônica e abriram o caminho para a disseminação dos computadores que estão transformando os costumes da sociedade.” (SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, 1987, p. 13).

No Brasil, a pesquisa no campo da física só teve início de fato na década de 1930, impulsionado pelo processo de urbanização e crescimento industrial, quando foi criado em 1934 o primeiro curso superior em Física do país - concomitante a fundação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (FFCL – USP) - liderado pelo Prof. Gleb Wataghin. No Rio de Janeiro, o desenvolvimento da física começa mais ou menos na mesma época, contando com as contribuições do físico alemão Bernhard Gross (DAMY, 2007). Inicialmente, as pesquisas em raios cósmicos foram responsáveis pela grande maioria da produção científica nacional. Em seguida, após a Segunda Guerra Mundial, os trabalhos em física nuclear ganharam forte destaque. Ainda sobre o primeiro curso brasileiro de Física, ele possuía duração de três anos e mesma grade curricular para bacharéis e licenciados; estes últimos deveriam ainda frequentar o *Curso de Formação Pedagógica do Professor Secundário* (PRADO, 1990).

Inicialmente, a formação para os que tinham como objetivo o ensino de ciências Físicas, no antigo ensino secundário, era na realidade uma habilitação concedida ao bacharel na área. Somente em 1939 surge a primeira legislação a respeito da formação docente no país, através do Decreto nº 1.190. Conforme os artigos 20 e 49 dessa resolução, ao bacharel que concluir o curso de didática será concedido o diploma de licenciado (BRASIL, 1939). Ou seja, a licenciatura era um curso de bacharelado realizado em três anos, mais um ano de um curso de didática. Essa configuração caracterizou o início da formação docente no Brasil, tal esquema ficou conhecido como 3 + 1.

A maneira de organização na estrutura do sistema 3 + 1 passa a impressão de que as competências necessárias para a carreira docente se resumem aos saberes específicos da física desvinculados dos conhecimentos da pedagogia. Sabemos hoje que a formação de qualquer profissional deve ocorrer em sua integralidade. Portanto, não se forma um professor apenas lhe ensinando didática e psicologia após um extenso curso de Eletromagnetismo, por exemplo, mas com uma formação pedagógica difundida em meio a sua formação específica, sem esquecer e nem deixar de lado as especificidades que a física e a educação possuem enquanto ciência.

Durante a década de 1960, aconteceram fatos importantes para a formação na área de física, tanto para as licenciaturas, como para os bacharelados. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) nº 4.024, de 20 de dezembro de 1961, estabelece novas regulamentações para a formação de professores, e o parecer nº 296/62, do Conselho Federal de Educação, regula o currículo mínimo para a Licenciatura em Física.

O bacharelado também passa por transformações significativas em sua estrutura, apesar de não ter sido

definido um currículo mínimo para o curso. Mas, a consolidação da pesquisa e da física teórica no país, como também o desenvolvimento da ciência em si e o contexto mundial, influenciaram as alterações ocorridas nos currículos.

Com essas novas mudanças, há uma evidente separação entre os cursos de licenciatura e bacharelado, uma vez que a licenciatura passa a ser um curso independente — e não mais um simples anexo pedagógico na formação do bacharel — com o único objetivo de possibilitar, ao bacharel, a habilitação legal para o exercício docente no ensino básico. Porém, isso não implica que a essência da estrutura 3 + 1 foi quebrada. O eixo do curso continuava a ser núcleos de disciplinas específicas mais pedagógicas, com a diferença de que esse último não precisava mais estar concentrado no final ano.

Para melhor compreendermos como se organizaram os cursos nos anos 1960, podemos analisar as grades curriculares do bacharelado e da licenciatura do curso de Física da FFCL – USP, do ano 1967. Segundo Prado e Hamburger (1998), os cursos tinham as estruturas apresentadas conforme a Figura 1:

**Figura 1** – Grade curricular da graduação em Física na USP em 1967 - a) Bacharelado; b) Licenciatura.

A			B		
<b>1º ANO</b>	<b>1º Semestre</b> Análise I Física Geral e Experimental I Química Geometria e Vetores	<b>2º Semestre</b> Análise I Física Geral e Experimental I Química Geometria e Vetores	<b>1º ANO</b>	<b>1º Semestre</b> Cálculo Infinitesimal Física Geral e Experimental I Geometria e Vetores Química	<b>2º Semestre</b> Cálculo Infinitesimal Física Geral e Experimental I Geometria e Vetores Química
<b>2º ANO</b>	<b>1º Semestre</b> Análise II Física Geral e Experimental II Mecânica Geral Cálculo Numérico	<b>2º Semestre</b> Análise II Física Geral e Experimental II Mecânica Geral Álgebra	<b>2º ANO</b>	<b>1º Semestre</b> Cálculo II Física Geral e Experimental II Mecânica Geral Cálculo Numérico	<b>2º Semestre</b> Cálculo II Física Geral e Experimental II Mecânica Geral
<b>3º ANO</b>	<b>1º Semestre</b> Análise III Estrutura da Matéria Física Ondulatória Física Matemática I	<b>2º Semestre</b> Análise III Estrutura da Matéria Física Ondulatória Física Matemática II *	<b>3º ANO</b>	<b>1º Semestre</b> Psicologia da Educação Estrutura da Matéria Física Aplicada para Licenciatura	<b>2º Semestre</b> Psicologia da Educação Estrutura da Matéria Física Aplicada para Licenciatura
<b>4º ANO</b>	<b>1º Semestre</b> Eletromagnetismo Introdução à Mecânica Quântica História das Ciências Físicas Termodinâmica Eletrônica * Física Tecnológica *	<b>2º Semestre</b> Eletromagnetismo Introd. à Física do Estado Sólido Introdução à Física Nuclear Teoria dos Grupos * Eletrônica * Física Tecnológica *	<b>4º ANO</b>	<b>1º Semestre</b> Instrumentação para Ensino História das Ciências Físicas Didática Prática de Ensino Administração Escolar	<b>2º Semestre</b> Instrumentação para Ensino Física Teórica para Licenciatura Didática Prática de Ensino

Fonte: Prado e Hamburger (1998)

Observando as matrizes da estrutura curricular, são notórias que nos dois primeiros anos dos cursos as estruturas eram basicamente as mesmas. No terceiro ano há uma diferenciação, acentuada no quarto. O ponto que divergia os currículos foi exatamente onde se delineou a formação para as futuras profissões, na pesquisa e no ensino.

No bacharelado, o currículo se organizava com o objetivo de preparar os formandos para o exercício da pesquisa. Segundo Prado e Hamburger (1998), eram possíveis três possibilidades de formação, uma vez que ainda não havia a pós-graduação. Dependendo da combinação das optativas no quarto ano, as possibilidades seriam: físico teórico, físico experimental e físico tecnológico. Dessa maneira, as disciplinas que

formavam o quarto ano do curso eram uma espécie de instrumento necessário à pesquisa. Vale ressaltar nesse momento que as disciplinas de Eletrônica e Cálculo Numérico (que dariam origem as *Noções de Programação de Computadores*, sendo a Programação de Computadores um recurso essencial à pesquisa na atualidade) faziam parte dos instrumentos de pesquisas.

Já na licenciatura o último ano era composto por disciplinas que apresentavam as “técnicas” pedagógicas. Dessa maneira, as técnicas para o ensino “substituíam” os instrumentos de pesquisa.

Esse processo que marcou a separação entre licenciatura e bacharelado teve um detalhe importante: para a formação em licenciatura não seria necessário ter o diploma de bacharel, diferente do que acontecia anteriormente, em que este era um requisito para obtenção daquele. Essa mudança permitiu que os cursos para formação de professores fossem ofertados em uma instituição sem a necessidade do curso de bacharelado disponível em sua grade.

Diversos fatores influenciaram as transformações sofridas pelos cursos de formação na área de Física, aqui no Brasil, durante os últimos 50 anos, sendo os cursos de formação de professores extremamente desvalorizados em alguns períodos e também incentivados por diversos programas em outros. Para não se estender nessa importante discussão, trataremos aqui apenas os pontos essenciais para o nosso contexto.

Segundo Cacete (2014), com o decorrer das décadas de 1960 e 70, muitas instituições abdicaram da formação do bacharel, assumindo exclusivamente a formação do licenciado. Na época, existiu um significativo aumento na demanda por professores qualificados, por causa de políticas que impulsionaram o ingresso de alunos no ensino básico.

“Esse período foi marcado pela grande expansão do setor privado a partir da criação de inúmeras faculdades de filosofia, ciências e letras, criadas, em sua grande maioria, nos anos de 1960 e 1970, sendo as licenciaturas polivalentes e as licenciaturas curtas como cursos inaugurais.” (CACETE, 2014)

Essa tendência que envolveu a oferta da licenciatura em instituições que não havia curso de bacharelado perdura até hoje, uma vez que ainda há lacunas no quadro de profissionais licenciados, principalmente na formação para o ensino de Física e, por isso, existe uma necessidade maior de formar profissionais para essa finalidade.

Os Centros Federais de Educação Tecnológica, a maioria criada a partir das antigas Escolas Técnicas Federais, passaram em 1998 a ofertar cursos em nível superior, inclusive em licenciatura. Aproximadamente 10 anos depois foram criados, a partir das Escolas, os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, por meio da Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Esta lei prevê que 20% das vagas ofertadas sejam destinadas a “cursos de licenciatura, bem como programas especiais de formação pedagógica, com vistas na formação de professores para a educação básica, sobretudo nas áreas de ciências e matemática, e para a educação profissional” (BRASIL, 2008). Vale salientar que as licenciaturas ofertadas dentro dos Institutos Federais têm a capacidade de preencher lacunas no quadro docente da educação básica no âmbito regional.

A maioria das instituições privadas, que ainda conta com os cursos de licenciatura, não dispõe de oferta de bacharelado. As instituições estaduais, por exemplo, ofertam apenas a licenciatura. Nas grandes universidades, com cursos já consolidados a décadas, ainda coexistem bacharelado e licenciatura, sendo comum o primeiro funcionar no turno diurno, enquanto o segundo concentra ofertas de vagas no período noturno.

Com essa independência natural dos cursos de formação de professores, os currículos dos cursos de bacharelado e licenciatura distinguem-se cada vez mais, pois a cada dia são exigidos conhecimentos didático-pedagógicos que, ao longo dos anos, vêm sendo incorporados aos cursos de formações de professores. Em contrapartida, este caminho natural obriga que determinados conteúdos específicos e/ou aplicados da Física sejam restritos aos cursos de bacharelado devido às próprias limitações de carga horária dos cursos ou então sobre o (falso) pretexto que tal conhecimento adquirido por um licenciado em Física não possuiria aplicação em sala de aula, sendo desnecessário para o seu exercício profissional enquanto docente. No entanto, até que ponto essa afirmação pode ser tratada como correta? Seria verdade que, para um docente em Física, os conhecimentos em eletrônica e programação são ferramentas desnecessárias ou inutilizáveis para as aplicações didáticas e pedagógicas? Veremos isso a seguir.

### 3 Licenciatura em Física – estrutura curricular

A formação de todo profissional inicia-se a partir de princípios norteadores básicos, por exemplo: Qual o campo de atuação? Quais as habilidades necessárias para exercer tal profissão? Quais as dificuldades que podem ser encontradas por ele? Dessa maneira, o curso deve abranger todos esses elementos e adquirir uma autonomia para que consiga inovar e solucionar problemas não previstos. Assim, a formação de professores, como a de qualquer outro profissional, necessita prepará-los para corresponder às expectativas depositadas neles. Nesse contexto, é necessário observar as demandas para o exercício da profissão e entender sua missão no ensino.

#### 3.1 Delineamento da Licenciatura em Física

Compreendendo o ensino básico como sendo um direito garantido pela Constituição a todo cidadão brasileiro na perspectiva e premissa que atue como um ingrediente de desenvolvimento social, e observando o art. 22 da LDB, de 1996, que descreve a finalidade do ensino básico em “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores” (BRASIL, 1996), fica claro que a formação docente, para atuar nesse nível de ensino, deve conter uma vasta área de conhecimentos específicos até valores éticos, políticos e culturais.

Assim sendo, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) orientam os currículos das licenciaturas - redigidas pela Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015, do Conselho Nacional de Educação (CNE). Conforme essa resolução, em seu art. 13, § 2º, temos:

Os cursos de formação deverão garantir nos currículos conteúdos específicos da respectiva área de conhecimento ou interdisciplinares, seus fundamentos e metodologias, bem como conteúdos relacionados aos fundamentos da educação, formação na área de políticas públicas e gestão da educação, seus fundamentos e metodologias, direitos humanos, diversidades étnico-racial, de gênero, sexual, religiosa, de faixa geracional, Língua Brasileira de Sinais (Libras), educação especial e direitos educacionais de adolescentes e jovens em cumprimento de medidas socioeducativas. (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2015, p. 11).

As orientações citadas acima convergem exatamente para uma formação pluralista, buscando capacitar o futuro docente para o êxito da função que lhe é atribuída.

A todos os alunos dos cursos de licenciatura é compulsória a oferta do ensino de Libras, conforme o Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005 (BRASIL, 2005). Esse decreto configurou um passo importante para um modelo escolar voltado à educação inclusiva.

A Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista, instituída pela Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012, reforça a política de educação inclusiva garantindo o acesso à educação de pessoas com autismo (BRASIL, 2012).

A Educação em Direitos Humanos (EDH) é uma importante componente na formação do professor, correspondendo a uma iniciativa das Nações Unidas que visa difundir-la em âmbito mundial. Na educação nacional, o CNE (2012) estabelece Diretrizes Nacionais para a EDH. No art. 8, da Resolução nº1 do CNE (2012), temos: “A Educação em Direitos Humanos deverá orientar a formação inicial e continuada de todos(as) os(as) profissionais da educação, sendo componente curricular obrigatório nos cursos destinados a esses profissionais” (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2012, p. 2).

Na Resolução nº 1 de 2004 do CNE - que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação das Relações Étnico-Raciais e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana -, o seu parágrafo primeiro informa que “as Instituições de Ensino Superior incluirão nos conteúdos de disciplinas e atividades curriculares dos cursos que ministram, a Educação das Relações Étnico-Raciais” (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2004, p. 1).

Além disso, no Brasil, a Educação Ambiental deve estar presente na educação formal, inclusive em todos os cursos de nível superior do país, conforme a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 (BRASIL, 1999).

Ainda nem começamos a discutir as demais unidades didáticas que compõem os currículos dos cursos de Licenciatura em Física do Brasil, e já estamos parcialmente comprometidos pela carga horária que será destinada a essas importantes questões, que em sua maioria serão traduzidas total ou parcialmente em disciplinas da estrutura curricular.

Os cursos de licenciaturas possuem no mínimo 3.200 horas, com duração mínima de 8 semestres (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2015), que, apesar de ser o mínimo, comporta-se como sendo o

padrão adotado nas diversas instituições. Atendidos os requisitos legais que foram especificados acima, ainda é necessário incluir as disciplinas do *núcleo complementar*, como língua portuguesa e/ou língua inglesa, leitura e produção de texto, metodologia do trabalho científico, informática básica, matemática básica. Embora não exista uma regra, essas disciplinas quase sempre visam realizar uma revisão do ensino médio (EM) ou complementação formativa para o aluno recém-ingresso no curso superior. Nem todos os cursos possuem todas essas disciplinas, mas sempre veremos algumas delas presentes.

Claro que, se estamos falando de cursos de Licenciatura em Física, devemos incluir, ainda nesse *núcleo complementar*, as diversas disciplinas de Cálculo e semelhantes, como Álgebra Linear ou Métodos Numéricos, por exemplo. Esses conteúdos são essenciais a um curso de Física, pois é necessário compreender a linguagem da Física para, então, interagir com ela. A forma como esses temas se apresentam nas disciplinas varia muito. Em alguns cursos temos apenas uma única disciplina de Cálculo, em outros temos três ou quatro. Em alguns cursos temos Álgebra Linear e disciplinas semelhantes, e em diversos outros essas disciplinas não figuram na estrutura curricular.

Percebe-se que, à medida que tentamos entender a estrutura geral do curso de Licenciatura em Física, temos cada vez menos disponibilidade de espaço e tempo para os conteúdos específicos, inclusive os conteúdos específicos da formação docente. Tradicionalmente, as disciplinas de Psicologia da Educação, Didática, Fundamentos Sócio-Políticos, Fundamentos Históricos Filosóficos da Educação, Mídias Educacionais e Gestão Escolar — podendo haver diversos outros componentes dessa natureza, a depender da “filosofia” do projeto de curso — são geralmente designadas como sendo do núcleo didático-pedagógico.

Diante de tudo que já foi exposto, é de se esperar que o núcleo específico de Física fique enfraquecido, já que é necessário realizar opções por algumas áreas de estudo em detrimento de outras.

Porém, quais elementos são fundamentais para o magistério no EM? Sendo a licenciatura um curso que visa formar profissionais para atuar na docência do ensino básico, esse questionamento deve ser norteador para a estruturação do currículo.

É explícito que uma grade básica envolvendo a mecânica, termodinâmica, óptica, ondas e

eletromagnetismo se faz compulsório para o currículo da Licenciatura em Física, pois essa estrutura-base abrange o alicerce da construção do conhecimento científico. Contudo, a Física continuou a se desenvolver como ciência e possui um vasto campo de conhecimento que vai além dos conhecimentos básicos desses alicerces.

As especificidades da física envolvem, muitas vezes, princípios e situações mais complexas que, para sua compreensão, utiliza-se de modelos matemáticos com recursos em “cálculos avançados”, resultando em um grupo de disciplinas conhecidas como clássicas. As disciplinas clássicas tratam peculiaridades que proporcionam uma formação mais sólida ao licenciado, devendo se fazer presentes na licenciatura.

A experimentação é referida em muitos artigos como sendo um mecanismo de grande importância no ensino de Física. Não poderia ser diferente, já que a física teve suas origens à base de observações, e as experiências, quando começaram a serem realizadas, definiram um novo parâmetro para a ciência. Assim, o professor de Física precisa estar familiarizado com os procedimentos experimentais, pois essa habilidade será crucial ao exercício da docência. Dessa maneira, as práticas laboratoriais, geralmente com disciplinas destinadas exclusivamente a esse fim, são fundamentais à licenciatura.

As teorias revolucionárias do início do século XX, que resultaram em um grande avanço tecnológico, compõem a Física Moderna. Esta pode ser considerada elementar para formação do licenciando.

Além de todas essas disciplinas já citadas, temos também as de formação docente, como, por exemplo, as disciplinas de Metodologia (ou instrumentação) do ensino de Física que devem interligar as disciplinas do núcleo didático pedagógico com as do núcleo específico, e também com o estágio docente. Em geral, nessas disciplinas não existem um livro-texto, sendo comum o uso de artigos científicos de revistas acadêmicas da área.-

Já é possível perceber o quão amplo pode ser o currículo do curso de Licenciatura em Física, mas, como este é limitado pela carga horária disponível, não ofertar determinadas disciplinas é quase uma obrigação. Percebe-se que se estuda muito a Física Básica e Clássica, e pouco sobre a Física aplicada à ciência e tecnologia. Isso torna a formação do professor fragilizada, pois os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais se referem a grande área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, ou seja, estudamos

bastante ciências, no caso a Física, e colocamos de lado as suas aplicações tecnológicas.

Os conhecimentos que foram citados até esse momento necessitam estar de acordo com o Parecer 1.304, de 06 de novembro de 2001, do CNE, que determina um percentual aproximado de 50% da carga horária destinado a conhecimentos específicos da área da Física, comum aos cursos de bacharelado e licenciatura, e o restante da carga horária pode ser distribuído em conhecimentos especializados para a profissão (CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2001). O problema é que grande parte da carga horária destinada aos conteúdos especializados estão comprometidos por diversos documentos (citados no início desse tópico), diminuindo a autonomia das instituições. Isso implica em uma escassa oferta de disciplinas que apresentam um caráter aplicado da Física.

Disciplinas como Astronomia, Biofísica, Física Ambiental, Física Nuclear, Eletrônica Básica e Programação (ou Algoritmo) demonstram esse caráter aplicado da Física. É claro que em alguns cursos essas disciplinas figuram como obrigatórias ou optativas.

Neste momento, analisaremos os vestígios das disciplinas de Eletrônica e de Programação nos cursos de Licenciatura em Física, uma vez que eram disciplinas sempre presentes nos cursos de bacharelado, nos quais, como vimos, surgiram as licenciaturas. Além disso, as tecnologias (que vão de semicondutores em componentes eletrônicos até aplicativos de celulares, computadores, tablets e smartphones) estão cada vez mais presentes no âmbito da sociedade moderna, implicando em diferentes posturas sociais e cognitivas para as atuais e futuras gerações.

### 3.2 Análise das estruturas curriculares

Para obtermos uma visão mais ampla a respeito da oferta das disciplinas Eletrônica e/ou Programação/Algoritmo, nos cursos de Licenciatura em Física, decidimos analisar as grades curriculares de cursos espalhados por todo o Brasil. Essa investigação exclui a possibilidade de obter resultados que possam ser influenciados por uma demanda de mercado localizada, tradição acadêmica de departamentos ou algum contexto regional.

Inicialmente, o objetivo foi mapear as instituições que ofertam a Licenciatura em Física. Para realizar esse procedimento foi utilizado o sistema e-mec, do Ministério de Educação, onde é possível encontrar os dados oficiais e informações a respeito das

instituições de ensino superior (IES) e dos cursos de graduação ofertados.

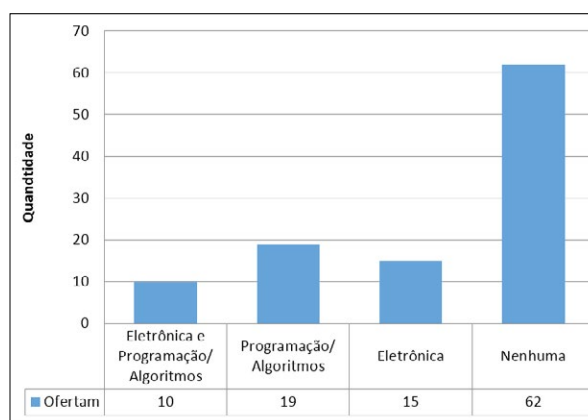
Com os dados de quais IES ofertam os cursos de Licenciatura em Física, começamos a explorar os sites das instituições e dos próprios cursos em busca dos Projetos Pedagógicos de Cursos (PPCs) ou de documentos que tivessem informações a respeito das grades curriculares. A pesquisa resultou em dados referentes a 106 cursos espalhados por todo o Estado brasileiro, tanto de instituições públicas quanto privadas, entre as modalidades presencial e EaD.

É importante ressaltar que algumas instituições de ensino ofertam, para polos distintos, grades curriculares de Licenciatura em Física diferentes. Esse fato não foi observado como padrão, porém ele existe. Logo, consideramos, para os efeitos dessa pesquisa, apenas grades curriculares distintas para uma mesma instituição, independente da diferença estar relacionada ou não às disciplinas aqui investigadas.

Investigando os currículos, tínhamos o objetivo de saber se as disciplinas, Eletrônica e/ou Programação/Algoritmos, eram ou não ofertadas. Por isso, consideramos tanto as disponibilidades obrigatórias na grade curricular, quanto as optativas.

A Figura 2 revela os dados obtidos na pesquisa durante os meses de janeiro e fevereiro de 2016. As colunas indicam quantas instituições ofertam as disciplinas.

**Figura 2** – A figura apresenta os dados da pesquisa sobre o quantitativo de cursos que ofertam as disciplinas de Eletrônica e/ou Programação/Algoritmos



Em apenas 10 cursos, dos 106 analisados, o licenciando tem a possibilidade de cursar as disciplinas de Eletrônica e Programação/Algoritmos. Esse fato revela que pouquíssimos licenciandos em Física tem

a oportunidade de uma formação adequada para o mundo tecnológico. Ferramentas que poderiam ser de grande auxílio ao professor de Física são deixadas de lado no momento de sua formação.

Entre os 10 cursos que disponibilizam as duas disciplinas em suas matrizes, três deles tem a oferta apenas de Programação/Algoritmos como obrigatória e um a de Eletrônica. Porém, em nenhum deles as duas são obrigatórias.

Apesar de ser surpreendente que poucos cursos tenham essas duas disciplinas em sua matriz curricular, em algumas instituições são disponíveis a oferta de pelo menos uma dessas disciplinas. Os dados revelam que ambas as situações têm quantidades aproximadas.

A disponibilidade exclusiva de Programação/Algoritmos acontece em 19 cursos, sendo que em oito deles a disciplina obrigatória. Já a disciplina de Eletrônica é ofertada exclusivamente em 15 matrizes, em oito delas sendo obrigatória.

O que mais chama atenção, na Figura 2, é que 62 cursos não possuem em sua matriz curricular nenhuma das duas disciplinas. Ou seja, em 58,5% das Licenciaturas em Física no Brasil não há a possibilidade dos estudantes cursarem essas disciplinas. E somente 18,9% possuem uma das disciplinas como obrigatória.

Os dados indicam que ainda existem cursos que contam com essas disciplinas em suas matrizes. Isso pode significar alguns vestígios do curso de bacharelado na licenciatura, ou uma tentativa escassa de assegurar uma mínima formação ao licenciado voltada à tecnologia. Mas, a grande maioria já não oferta ambas as disciplinas.

Em uma sociedade onde softwares, programas de computadores, aplicativos e equipamentos eletrônicos estão cada vez mais presentes, parece contraditório que a formação de professores de Física tome o sentido inverso ao dos avanços tecnológicos. O conhecimento possibilitado pela Eletrônica e pela Programação é inútil para o exercício da docência? Talvez consigamos responder essa pergunta ao analisarmos as recentes publicações da Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), observando a frequência com que esses conteúdos são abordados.

#### 4 Análise dos artigos da Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)

As publicações em periódicos nacionais são uma importante forma de divulgação científica e uma excelente ferramenta de apoio aos professores. Optamos por analisar os artigos publicados apenas

na RBEF por se tratar de uma revista com avaliação Qualis A1 para o ensino. Consideramos que os temas publicados nessa revista são um reflexo das pesquisas realizadas em todo o país.

Foram analisadas as publicações referentes ao período de 2006 a 2015, compreendendo 10 anos de produção científica da RBEF, que totalizaram 821 artigos publicados, dos quais 93 (11,3%) artigos tratam do tema eletrônica e/ou programação (algoritmos) como sendo uma ferramenta para uso do professor. O tema é persistente em praticamente todas as edições e existe uma tendência que demonstra o aumento do interesse sobre essa temática, sobretudo com o advento da eletrônica e programação como hobbies (*vide* Arduino) somados ao acesso amplo às tecnologias móveis e seus milhares de aplicativos, inclusive com aplicativos que programam aplicativos.

Os artigos analisados foram divididos em três grupos.

O primeiro grupo, o de “eletrônica”, abrange os artigos com temas voltados a situações experimentais compostos por sistemas Arduino, Controlador de Interface Programável (PIC) e Eletrônica Geral. Diversos trabalhos, utilizando a placa Arduino como ferramenta, apresentam situações e sugestões de experiências que podem facilmente ser inseridas nas aulas de Física do EM. Cavalcante, Tavolaro e Molisani (2011, p. 4503-2 e 4503-8) ressaltam que “o Arduino tem se destacado no cenário mundial pela facilidade de programação, versatilidade e baixo custo” e desenvolvem, no artigo, um “exemplo de aquisição e automação de dados” no experimento de carga e descarga de capacitores. Os trabalhos de Souza, Paixão, Uzêda, Dias, Duarte e Amorim (2011) e Amorim, Dias e Soares (2015) trazem a utilização do Arduino em experiências como estudo de oscilações amortecidas, trocas radiativas de energia e experiência de condução térmica. A ferramenta Arduino também é encontrada em artigos como o de Carvalho e Amorim (2014, p. 1-2), que apresentam “uma montagem experimental simples, que pode ser empregada para estudar o efeito da maré atmosférica”, podendo ser usado para abordar um contexto aplicado da Física ao aluno do EM.

O sistema PIC mostra-se um excelente instrumento laboratorial no artigo de Andrades, Schiappacassa e Santos (2013, p. 1-2). Eles desenvolvem um sistema para “medidas de intervalo de tempo, baseado em um microcontrolador PIC”. Para demonstrar a utilização do produto, são realizadas medidas do período de



oscilação de um pêndulo. Os autores ressaltam que “o professor poderá implementar o sistema aqui proposto e usá-lo simplesmente como instrumento de medida de períodos, ou desenvolver todo um projeto de programação de microcontroladores com seus alunos a partir de sua concepção básica”.

Muitos artigos utilizam a Eletrônica Geral como ferramenta fundamental no desenvolvimento do trabalho. Por exemplo, Hessel, Oliveira, Santarine e Vollet (2008) mostram como montar um contador eletrônico de 4 dígitos e aplicações em diversos experimentos. Magno, Andrade e Araújo (2010, p. 1) trazem em seu artigo “uma proposta de construção de um sensor de campo magnético utilizando uma sonda de efeito Hall e componentes eletrônicos simples e de baixo custo. Apresentamos a calibração do sensor e mostramos uma aplicação específica”. Cruz e Soares (2015) apresentam uma experiência didática com uso de diodo para determinação da constante de Boltzmann. Muitos outros artigos usam a ferramenta Eletrônica em seus trabalhos.

O segundo grupo, denominado de Programação/Algoritmos, reúne artigos que exigem um conhecimento de programação intermediário para sua elaboração e/ou suas aplicações por parte do leitor. Por exemplo, Machado e Nardi (2006) criam uma ferramenta didática intitulada “Tópicos de Física Moderna” e aplicam esse produto em salas de aula do EM. Na programação do software, eles utilizaram o sistema Authorware. Dionisio e Magno (2007, p. 1) apresentam um “dispositivo de baixo custo para medidas de intervalos de tempo, velocidades e acelerações” nomeado photogate e exemplificam suas aplicações através de experimento de queda livre.

Pessanha, Cozendey e Souza (2010) desenvolvem softwares que possibilitam atividades de física experimental na modalidade EaD. No artigo de Vechi, Brito, Valentim, Gozzi, Sampaio, Viscovini (2013, p. 1) “é apresentado um software de simulação dinâmica do Sistema Solar, [...] desenvolvido em linguagem Actionscript”. No decorrer do trabalho, estes autores explicam a programação em detalhes “para incentivar os que quiserem apreender essa interessante e promissora linguagem”. O artigo escrito por Gurgel, Gomes, Ferreira e Gester (2015) apresenta um software para estudo a respeito de velocidades em acidentes automotivos que pode ser uma ferramenta para o ensino de Física, sendo possível desenvolver adaptações no programa, acrescentando situações não estabelecidas através da programação em linguagem Delphi.

Diversos outros trabalhos utilizam algoritmos para estudos de soluções numéricas.

Por fim, os artigos que apresentam propostas de ensino com uso de “softwares” ou aplicativos (apps), que não exigem conhecimentos avançados de programação. O artigo de Dorneles, Araujo e Veit (2008) expõe um trabalho de pesquisa sob o referencial da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, desenvolvido com o software Modellus. Heckler, Saraiva e Oliveira Filho (2007, p. 7) apresentam o desenvolvimento e a aplicação de material voltados para o ensino de óptica, contando com textos didáticos, animações, figuras e simuladores, e consideram que o material proporciona “um ambiente de estímulo, motivação e envolvimento no processo de ensino/aprendizagem”.

Sales, Vasconcelos, Castro Filho e Pequeno (2008) utilizam um software para ensino de física moderna através do efeito fotoelétrico. O trabalho de Sismanoglu, Germano, Amorim e Caetano (2009) utiliza o software VirtualDub como uma ferramenta para análise de imagens feitas por câmera digital durante experimentos de queda livre, com o objetivo de obter dados referentes às velocidades, acelerações e forças. Lunazzi (2011) mostra uma maneira de criar imagens 3D com o auxílio do software livre GIMP.

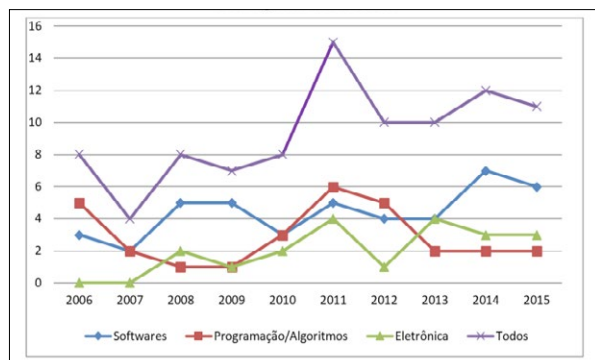
O artigo de Ribeiro Junior, Cunha e Laranjeiras (2012, p. 2) apresenta “a utilização de simulações computacionais de experimentos históricos como estratégia de resgate e articulação das dimensões histórica e empírica da ciência em uma sala de aula de ensino médio [...] utilizando o software Modellus”.

O trabalho desenvolvido por Lima e Takahashi (2013) expõe uma metodologia voltada para o ensino de conceitos básicos de eletricidade, com a utilização de software para simulação, em uma turma do ensino fundamental com alunos entre 9 e 11 anos de idade. Vieira, Lara e Amaral (2014) desenvolvem uma experiência que pode ser realizada utilizando smartphone e/ou tablet, com o auxílio de app gratuito, tendo o objetivo de demonstrar a relação entre a intensidade luminosa e o inverso do quadrado da distância da fonte. Já o artigo de Nascimento, Dantas, Chaves de Souza Segundo e Santos (2015) analisa o espectro sonoro de uma flauta transversal através do programa de software Espectrogram 16.0.

Cada um dos três grupos, no qual dividimos essa parte da pesquisa, figuram em praticamente todas as edições analisadas da revista. Os artigos citados acima refletem apenas uma amostra da incidência

dessas competências na RBEF. A figura 3 exibe uma visão mais ampla de como esses conhecimentos estão presentes na revista.

**Figura 3** – O gráfico mostra os dados da pesquisa através do quantitativo de artigos publicados na RBEF que usam o tema de Eletrônica e/ou Programação/Algoritmos na RBEF no período de 2006 a 2015.



A Figura 3 revela um aumento significativo das publicações relacionadas ao grupo Eletrônica. Um olhar superficial, considerando apenas os números relativos a cada um dos anos, pode não revelar um aumento tão importante. Porém, seu crescimento percentual é significativo. Por exemplo, entre 2007 e 2009, os artigos desse grupo totalizavam 3 publicações. Já no período de 2010 a 2012, eram um total de 7, e os anos entre 2013 e 2015 somavam 10 artigos. As finalidades apresentadas nos artigos desse grupo possuem uma tendência de inserir esses conhecimentos no auxílio das experiências, buscando cada vez mais componentes de baixo custo e de fácil acesso.

Já o grupo Programação/Algoritmos mostra-se sempre presente, mas oscilando em números de publicações. Os objetivos dos artigos que se encontram nesse grupo são os mais variados, vão desde a criação de materiais didáticos voltados diretamente para o ensino de Física no EM até a utilização dos conhecimentos de programação para estudo de soluções numéricas.

O grupo referente aos Softwares configura-se como envolvendo o maior número de artigos. Muitos trabalhos apresentam a utilização de simuladores; alguns artigos, referenciados anteriormente, são desenvolvidos utilizando simulações como ferramentas de propostas de ensino. Mas não somente nesse aspecto são desenvolvidos os artigos, muitas publicações usam os softwares como ferramenta

durante a realização de uma experiência, e não como ator principal. Independentemente de como se desenvolveram ou quais os objetivos dos artigos, esse grupo teve um aumento em suas publicações na RBEF.

A linha contínua, na Figura 3, representa um somatório de todos os artigos dos três grupos. Sua análise mostra um crescimento desses grupos nos artigos publicados pela revista.

Essa tendência, de se utilizar dos conhecimentos de Eletrônica e Programação/Algoritmos, está intimamente relacionada com os avanços tecnológicos do mundo moderno. Ou seja, a literatura especializada em ensino de Física se apossa cada vez mais dessas competências, uma vez que suas potencialidades tendem a ser importantes instrumentos para o ensino de Física.

## 5 Conclusões

A discussão que aqui foi abordada em torno das competências referentes aos conhecimentos em Eletrônica e Programação/Algoritmos levanta dois dados de extrema importância. O primeiro trata da relação de (não) oferta das disciplinas nos cursos de Licenciatura em Física e o segundo sobre sua presença constante na RBEF.

Percebeu-se, durante a pesquisa, que significativas mudanças ocorreram nas estruturas curriculares das Licenciaturas em Física desde seu primeiro curso, resultando em abdições de disciplinas que demonstram um caráter aplicado da Física. Consideramos que a falta dessas componentes implica em uma fragilidade na formação específica da física aplicada. Diante disso, o que parece contraditório, mas configura-se como um fato, é que, enquanto poucos cursos ofertam disciplinas de Eletrônica e Programação/Algoritmos, a literatura voltada ao ensino de Física se apossa cada vez mais desses conhecimentos.

Os trabalhos que utilizam a eletrônica como ferramenta para um laboratório de física mais didático estão aumentando na revista, principalmente com a crescente popularidade da placa Arduino. Consideramos a utilização desses artigos como um importante componente para elaboração de experimentos, já que a maioria dos artigos apresenta propostas de baixo custo, adaptando-se à realidade dos limitados orçamentos para a educação. Porém, onde estão as competências do licenciado para isso?

A respeito dos softwares, é notório que se faça cada vez mais presentes no ensino de Física. O fato dessa ferramenta poder agregar muito ao ensino

faz com que os professores busquem a ela. No entanto, percebe-se, ao analisar os artigos, que os autores ajustam suas metodologias aos softwares já existentes, e não o contrário. O que poderia mudar esse cenário seria o conhecimento em programação por parte desses profissionais. Porém, onde estão às competências do licenciado para isso?

Como pode as ferramentas proporcionadas pela tecnologia tomarem um caminho e as licenciaturas seguirem na direção contrária? Esse é um problema que precisa ser revisto. Os dados são claros ao que se refere à literatura com novas tecnologias voltadas ao ensino e à formação docente.

Além da revisão sobre a oferta dessas disciplinas, são necessárias estratégias que permitam ao formando integrar os conhecimentos de Eletrônica e Programação com os conteúdos específicos da Física e os pedagógicos. Alguns artigos citados no tópico 4 relacionam a Eletrônica/Programação como ferramentas utilizadas em procedimentos experimentais; logo, a sua utilização nas disciplinas de laboratórios da licenciatura pode ser um método de integração interessante. A própria disciplina de Projeto Integrador pode render excelentes frutos nessa parceria. Disciplinas como Metodologia do Ensino de Física são capazes de auxiliar na transposição didática com o uso dessas ferramentas, visto que, normalmente, elas não possuem um livro-texto e os muitos artigos sobre o tema podem ser utilizados.

Por fim, entendemos que os avanços conquistados pelas tecnologias não podem ser excluídos do ambiente escolar, uma vez que podem agir como ingredientes transformadores no ensino.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, H. S., DIAS, M. A. e SOARES, V. Sensores digitais de temperatura com tecnologia one-wire: um exemplo de aplicação didática na área de condução térmica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 4310-1-4310-9, 2015.

ANDRADES, J. C., SCHIAPPACASSA, A. e SANTOS, P. F. Desenvolvimento de um periodímetro microcontrolado para aplicações em física experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 1-11, 2003.

BRASIL. Decreto nº 1.190, de 04 de abril de 1939. Dá organização à Faculdade Nacional de Filosofia. Rio de Janeiro, RJ: Presidência da República, [1939]. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/>

[declei/1930-1939/decreto-lei-1190-4-abril-1939-349241-publicacaooriginal-1-pe.html](https://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1930-1939/decreto-lei-1190-4-abril-1939-349241-publicacaooriginal-1-pe.html). Acesso em: 07 mar. 2017.

BRASIL. Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras. Brasília, DF: Presidência da República, [2005]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5626.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5626.htm). Acesso em: 07 mar. 2017.

BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008**. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2008]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm). Acesso em: 07 mar. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista. Brasília, DF: Presidência da República, [2012]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12764.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12764.htm). Acesso em: 07 mar. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, [1996]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em: 07 mar. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [1999]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm). Acesso em: 07 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CP 1.304/2001**. Brasília: Ministério da Educação, 06 nov. 2001. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>. Acesso em: 07 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Parecer CNE/CP 8/2012**. Brasília: Ministério da Educação, 06 mar. 2012. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=10889-rcp001-12&category\\_slug=maio-2012-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=10889-rcp001-12&category_slug=maio-2012-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 07 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução nº 1/2004**. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais

e para o Ensino de História e Cultura Afro-Brasileira e Africana. Brasília: Ministério da Educação, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP nº 02, de 01 de julho de 2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior e para a formação continuada. Brasília: Conselho Nacional de Educação, 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>. Acesso em: 06 ago. 2017.

CACETE, N. H. Breve história do ensino superior brasileiro e da formação de professores para a escola secundária. **Educação e Pesquisa**, v. 40, n. 4, p. 1061-1076, 2014.

CARVALHO, L. R. M., AMORIM, H. S. Observando as marés atmosféricas: uma aplicação da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 1-7, 2014.

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

CRUZ, V. S.; SOARES, V. Determinação experimental da constante de Boltzmann a partir da curva característica corrente-voltagem de um diodo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 1311, 2015.

DAMY, M. Precursor da Física no Brasil. **Física na Escola**, v. 8, n. 2, p. 48-52, 2007.

DIONISIO, G.; MAGNO, W. C. Photogate de baixo custo com a porta de jogos do PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, p. 287-293, 2017.

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. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 3308.1-3308.16, 2008.

GURGEL, W. P.; GOMES, L. M.; FERREIRA, F. C. L.; GESTER, R. M. Cálculo de velocidades em acidentes de trânsito: um software para investigação em física forense. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 4, p. 4305-1-4305-10, 2015.

HECKLER, V.; SARAIVA, M. F. O.; OLIVEIRA FILHO, K. S. 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.

HESSEL, R.; OLIVEIRA, C. S. de; SANTARINE, G. A.; VOLLET, D. R. Contadores eletrônicos no laboratório didático: parte I. Montagem e aplicações. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 1501.1-1501.12, 2008.

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. 3, p. 1-11, 2013.

LUNAZZI, J. J. Fazendo 3D com uma câmera só. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 1-6, 2011.

MACHADO, D. I.; NARDI, R. Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 473-485, 2006.

MAGNO, W. C.; ANDRADE, M.; ARAUJO, A. E. P. Construção de um gaussímetro de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 1-6, 2010.

NASCIMENTO, S. A.; DANTAS, J. D.; CHAVES DE SOUZA SEGUNDO, P.; SANTOS, C. A. S. Espectro sonoro da flauta transversal. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 2305-1-2305-5, 2015.

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.

PRADO, F. D. A graduação em física na USP. *In*: GAMA, H. U.; HAMBURGER, E. W. (org). **Pesquisa sobre o ensino de física**: resumos das dissertações de mestrado em ensino de ciências, modalidade física, apresentadas nos anos de 1976 a 1982. São Paulo: Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1990. p. 174-186.

PRADO, F. D.; HAMBURGER, E. W. Estudos sobre o curso de física na USP em São Paulo. *In*: Nardi, R. (org.). **Pesquisa em ensino de física**. São Paulo: Escrituras Editora, 1998.

RIBEIRO JUNIOR, L. A.; CUNHA, M. F.; LARANJEIRAS, C. C. Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica

da ciência na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, p. 1-10, 2012.

SALES, G. L.; VASCONCELOS, F. H. L.; CASTRO FILHO, J. A.; PEQUENO, M. C. Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 3501.1-3501.13, 2008.

SISMANOGLU, B. N.; GERMANO, J. S. E.; AMORIM, J.; CAETANO, R. A utilização da filmadora digital para o estudo do movimento dos corpos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 1501.1-1501.7, 2009.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. A física no Brasil. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, Instituto de Física da USP, 1987. 455 p.

SOUZA, A. R.; PAIXÃO, A. C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; AMORIM, H. S. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 01-05, 2011.

VECHI, A.; BRITO, A. F.; VALENTIM, D. B.; GOZZI, M. E.; SAMPAIO, A. R.; VISCOVINI, R. C. Modelo dinâmico do Sistema Solar em actionscript com controle de escalas para ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 2013, v. 35, n. 2, p. 1-25, 2013. ISSN 1806-1117.

VIEIRA, L. P.; LARA, V. O. M.; AMARAL, D. F. Demonstração da lei do inverso do quadrado com o auxílio de um tablet/smartphone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, p. 1-3, 2014. ISSN 1806-1117.