

A FÍSICA QUÂNTICA NOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA DO ESTADO DE SÃO PAULO

THE QUANTUM PHYSICS IN TRAINING COURSES OF PHYSICS TEACHERS OF THE SÃO PAULO STATE

Eric Delarco Bertoni¹, Alvaro Cesar da Silva Junior¹, Leandro Londero²

¹Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rua Cristóvão Colombo 2265- Jardim Nazareth – CEP 15054-000 – São José do Rio Preto, SP. Brasil, ericdelarco.b@gmail.com, alvaro2rp@gmail.com

²Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube 14-01 – Vargem Limpa – CEP 17033360 – Bauru, SP, Brasil.

Resumo

Apresentamos os resultados parciais de uma pesquisa que analisou a maneira pela qual Física Quântica foi/está inserida nos currículos dos cursos de formação de professores de Física do estado de São Paulo. Para isso, identificou-se as instituições que ofertam os cursos de Física Licenciatura, por meio do E-mec, acessou-se os sites das instituições, obteve-se as ementas e as grades curriculares das disciplinas. Encontramos 13 instituições e 28 campus que oferecem um total de 32 cursos de formação de professores de Física. Obteve-se acesso a 31 estruturas curriculares e 23 ementas. Mapeou-se as disciplinas cujos conteúdos estão ou inserem aspectos a cerca da Física Quântica. Obtivemos como resultados a presença da Física Quântica em 26 dos 32 cursos identificados. Poucas são as disciplinas que discutem a transposição da Física Quântica para a educação Básica. Argumentamos sobre a necessidade das disciplinas levarem em consideração a possibilidade da inserção da Física Quântica em aulas do Ensino Médio.

Palavras-chave: física quântica; currículo; formação de professores.

Abstract

We present the partial results of a research that analyzed the way in which Quantum Physics was / is inserted in the curriculum of physics teacher training courses in the state of São Paulo. For this, the institutions that offer the Physics Degree courses were identified, through the E-mec, the websites of the institutions were accessed the Grid/Curricular Structures and Course Descriptions. We found 13 institutions and 28 campuses that offer a total of 32 physics teacher training courses. Access to 31 curricular structures and 23 course descriptions was obtained. The subjects whose contents are or insert aspects about Quantum Physics were mapped. We obtained as results the presence of Quantum Physics in 26 of the 32 identified courses. There are few disciplines that discuss the transition from Quantum Physics to Basic education. We argue about the necessity of the disciplines took into account the possibility of inserting Quantum Physics in high school classes.

Keywords: quantum physics; curriculum; teacher training.

Introdução

No Brasil, em 2019, foram publicadas as novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e instituiu-se a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Tais diretrizes regulamentam a organização curricular dos cursos de graduação que cada estabelecimento de ensino deve oferecer. As diretrizes definiram que os cursos de formação de professores devem ter, no mínimo, 3.200 horas. As 3.200 horas são distribuídas nos seguintes grupos: I - 800 horas, para a base comum que compreende os conhecimentos científicos, educacionais e pedagógicos e fundamentam a educação e suas articulações com os sistemas, escolas e práticas educacionais; II - 1.600 horas, para a aprendizagem dos conteúdos específicos das áreas, componentes, unidades temáticas e objetos de conhecimento da Base Nacional Comum Curricular, e para o domínio pedagógico desses conteúdos; III - 800 horas de prática pedagógica, distribuídas: a) 400 horas para o estágio supervisionado, em situação real de trabalho em escola, segundo o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) da instituição formadora; e b) 400 horas para a prática dos componentes curriculares dos Grupos I e II, distribuídas ao longo do curso, desde o seu início, segundo o PPC da instituição formadora.

No estado de São Paulo, o Conselho Estadual de Educação (CEE) publicou as Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica nos Cursos de Graduação de Pedagogia, Normal Superior e Licenciaturas, destinadas aos cursos das universidades vinculadas ao governo paulista. Com isso, a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), a Universidade de São Paulo (USP), a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e a Universidade Virtual de São Paulo (UNIVESP) foram obrigadas a se adequar segundo as diretrizes do CEE. Segundo as mesmas, ao menos 30% da carga horária total deve ser dedicada para a formação didático-pedagógica, além da carga horária já prevista, destinada às atividades científico-culturais e estágios supervisionados. Ademais, se fez obrigatória designar 960 horas à formação didático-pedagógica para os cursos que possuem carga horária superior a 3.200 horas, independente das horas destinadas aos estágios e atividades científico-culturais já citadas anteriormente.

Têm-se também, no Brasil, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Graduação em Física, as quais caracterizam a graduação em Física em quatro perfis gerais: Físico-Tecnólogo, Físico-Interdisciplinar, Físico-Pesquisador e Físico-Educador. O último destes é definido como aquele que “...dedica-se preferencialmente à formação e à disseminação do saber científico em diferentes instâncias sociais, seja através de atuação no ensino escolar formal, seja através de novas formas de educação científica, como vídeos, “softwares”, ou outros meios de comunicação. Não se aterá ao perfil da atual Licenciatura em Física, que está orientada para o ensino médio formal” (BRASIL, 2002).

Segundo as diretrizes dos cursos de Física, os currículos devem ser divididos em duas partes, a primeira é definida como núcleo comum, visto que, são disciplinas comuns aos cursos de Física independente das modalidades (bacharelado ou licenciatura). A segunda é composta por módulos especializados dedicados à modalidade escolhida. Em nossa pesquisa, analisamos o núcleo comum, visto que, é aquele no qual se concentram as disciplinas de Física Básica, Física Moderna e Teoria Quântica.

Se pensarmos, especificamente, no ensino da Teoria Quântica para o Ensino Médio, encontramos argumentos como os de Freire Junior et al. (1995) que em trabalho intitulado “Introducing quantum physics in secondary school” destacavam que a principal justificativa para a inserção da física quântica no ensino médio é o grande significado cultural dessa teoria para o mundo contemporâneo e para o futuro. Os autores expuseram, ainda, que as dificuldades inerentes à aprendizagem dos conceitos quânticos não impedem que esses sejam trabalhados, pois tais dificuldades não são exclusivas da física quântica, estando presentes também na física clássica.

Neste mesmo sentido, Greca e Moreira (2001) recomendam o estudo da Teoria Quântica em diversas áreas e cada vez mais cedo, tendo em vista os efeitos dela sobre a tecnologia moderna e os diversos fenômenos por ela explicados.

Entretanto, para a efetivação da inserção de elementos da Teoria Quântica no Ensino Médio é necessário tornar o professor proficiente no assunto e capacitado a ensinar e inserir o mesmo em sala de aula. Isso pode ser feito, em certa medida, por meio da presença da Teoria Quântica nos currículos dos cursos de formação de professores. Redish & Steimberg (1998), da universidade de Maryland, apontam como maior problema dos cursos introdutórios de física quântica o enfoque axiomático dado a eles, inibindo a descrição de um mundo microscópico aos estudantes de graduação e a importância dessa teoria para o mundo, o que os fazem considerar os assuntos pertencentes ao domínio da quântica como de interesse exclusivo de físicos teóricos.

Perante isso, investigamos a maneira pela qual a Física Quântica foi/está disposta nos cursos de Física licenciatura no estado de São Paulo. A investigação se justifica em virtude da promulgação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial de professores para a Educação Básica, do governo federal brasileiro, e das Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica nos Cursos de Graduação de Pedagogia, Normal Superior e Licenciaturas, do governo do estado de São Paulo. Além disso, o currículo paulista de Ciências da Natureza para o Ensino Médio contempla discussões que somente podem ser feitas por meio da inserção de conteúdos pertencentes ao domínio da Teoria Quântica.

Assim, procuramos responder a seguinte questão: De que maneira a Física Quântica foi/está inserida no currículo dos cursos de formação de professores de Física no estado de São Paulo em termos de conteúdos, tempo didático e momentos de oferta. Pensamos também ser relevante responder as seguintes questões: a) Quais cursos de Física licenciatura apresentam, em sua estrutura curricular, o estudo da Física Quântica? b) Em que momento/semestre ela é inserida e qual o tempo destinado para seu estudo/desenvolvimento? c) Que conteúdos são privilegiados e que concepção de abordagem é apresentada nas ementas que contemplam essa teoria?

Para respondermos nossas questões de pesquisa, realizamos algumas ações investigativas descritas na próxima seção.

Desenvolvimento

Optamos por analisar o currículo dos cursos de Física do estado de São Paulo devido à sua importância nacional e internacional, já que é o estado com o maior Produto Interno Bruto e o mais populoso do Brasil e da América Latina, além de abrigar três das maiores universidades do Brasil, USP, UNESP, UNICAMP. As

universidades estaduais de São Paulo representam 35% da produção científica do país. Posto isso, identificamos as instituições de ensino superior que possuem cursos de licenciatura em Física no estado de São Paulo.

A identificação foi realizada por meio do e-MEC (<http://emec.mec.gov.br>), base oficial de dados de informações relativas às Instituições de Educação Superior (IES) e cursos de graduação do Sistema Federal de Ensino. De acordo com o Ministério da Educação, o e-MEC, em vigor desde 2007, é um sistema eletrônico de acompanhamento dos processos que regulam a educação superior no Brasil, como por exemplo, os pedidos de credenciamento e credenciamento de instituições de ensino superior, reconhecimento de cursos, autorização e renovação, além de outros processos. Além disso, o e-MEC possibilita a busca por nomes e siglas ou por filtros, como por exemplo, organização acadêmica (instituto, faculdade, universidade, centro universitário), categoria administrativa (federal, estadual, municipal), instância (pública/privada) e modalidade (bacharelado/licenciatura).

Primeiramente, utilizamos o termo “Física” e filtrou-se os resultados por meio dos recursos disponíveis no site, para delimitarmos os cursos de licenciatura do estado de São Paulo. Tabulou-se os dados encontrados por nome das instituições de ensino superior, ano de início do curso, a instância administrativa a qual pertence, o turno de oferta e a duração do curso. Com estas informações devidamente registradas, acessamos os sítios das instituições e cursos mapeados, para coletar as ementas, grades curriculares e projetos político-pedagógicos. Com isso, construímos tabelas e gráficos, a fim de analisarmos a evolução de oferta. Nas tabelas, destacamos o nome da instituição, instância administrativa, ano de início do curso, turno de funcionamento, modalidade (presencial ou à distância) e se possuem grade curricular, ementa e projeto político-pedagógico em seus respectivos sítios.

Após, identificamos as disciplinas que possuem/contemplam conteúdos comumente estudados na Física Quântica, com registro do semestre no qual são ofertadas, carga horária, conteúdos abordados e tipo de crédito (obrigatório ou optativo). Ao término, analisamos as informações obtidas com a finalidade de responder as questões de pesquisa.

Resultados e discussão

Instituições

Na tabela 1 listamos as instituições do estado de São Paulo que ofertam cursos de Física licenciatura. Identificamos 32 cursos alocados em 13 instituições e 26 cursos que incluem em suas grades curriculares disciplinas que abordam o estudo da Física Quântica.

Tabela 01: Instituições do estado de São Paulo com oferta de curso de Física Licenciatura

Nº de Ordem	Instituição
01	Universidade de São Paulo – USP
02	Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR
03	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP
04	Universidade de Uberaba - UNIUBE
05	Universidade de Sorocaba - UNISO
06	Universidade Cruzeiro do Sul - UNICSUL
07	Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE
08	Universidade de Taubaté – UNITAU

09	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP
10	Fundação Universidade Federal do ABC - UFABC
11	Fundação Universidade Virtual do Estado de São Paulo – UNIVESP
12	Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
13	Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de São José do Rio Pardo

No conjunto das instituições mapeadas, quatro são estaduais, seis são privadas e três são federais. O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) se destaca pela oferta de sete cursos. Em seguida temos a Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) com 06 cursos.

Evolução temporal de oferta dos cursos

A figura 1 apresenta a evolução temporal de oferta dos cursos de Física licenciatura no estado de São Paulo.

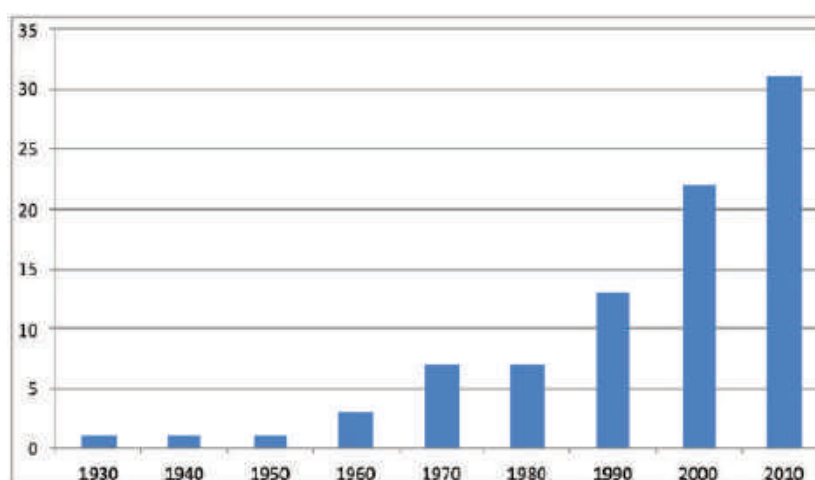


Figura 01: Evolução temporal de oferta dos cursos de Física licenciatura em São Paulo

Percebemos um aumento no número de cursos, em especial nas últimas décadas. Porém, esse crescimento não é linear, uma vez que, por três décadas, o único curso de Física licenciatura era o da USP (década de 30 até o final da década de 50). Ainda, evidenciamos um aumento para três cursos na década de 60, e para 7 cursos na década de 70. Já na década de 80 não houve aumento. Após, notamos um crescimento exponencial de abertura de cursos, com um total de 31 cursos abertos e em funcionamento até 2019, contando com um curso ainda não iniciado, pertencente à UNIVESP. O curso mais antigo pertence à Universidade de São Paulo, de 1934.

Disciplinas (conteúdos, tempo didático e momentos)

Obtivemos acesso a 31 estruturas curriculares e a 23 ementas dos 32 cursos analisados. Encontramos um conjunto de 26 cursos que possuem disciplinas que abordam assuntos/conceitos/fenômenos pertencentes ao campo da Física Quântica. Mapeamos 33 disciplinas, as quais podem ser classificadas em 28 obrigatórias e 05 optativas. A UFSCAR se destaca por oferecer um total de 04 diferentes disciplinas. Vale a pena pontuar que 22 cursos, dos 32 analisados, possuem o período noturno como opção de estudo e contam com 04 cursos à distância (EaD). Na tabela II, listamos as disciplinas mapeadas com a respectiva carga horária e semestre de oferta.

Tabela 02: Disciplinas mapeadas

Número de Ordem	Disciplina	Tipo/Ano ou Semestre	Instituição	Carga Horária
1	Física Moderna I	7º	USP	120
2	Física Moderna II	8º	USP	60
3	Mecânica Quântica	Optativa	USP	60
4	Física Moderna	8 perfil	UFSCAR	---
5	Física Moderna	5º	UFSCAR	---
6	Física Atômica e Molecular	Optativa	UFSCAR	---
7	Física Moderna e Contemporânea	6º	UFSCAR	---
8	Física Moderna II	Optativa	UFSCAR	---
9	Física Moderna	6º	UFSCAR	---
10	Física Moderna e Contemporânea	7º	UFSCAR	---
11	Teoria da informação: clássica e quântica	Optativa	UFSCAR	---
12	Física Moderna I	7 termo	UNESP	60
13	Física Moderna II	8 termo	UNESP	60
14	Física Moderna para professores do ensino médio	7º	UNESP	30
15	Introdução à Mecânica Quântica	Optativa	UNESP	60
16	Física Moderna I	5º	UNESP	60
17	Física Moderna II	7º	UNESP	60
18	Física Moderna	Etapas 6	UNIUBE	80
19	Física Moderna I	Módulo 5	UNISO	80
20	Física Moderna II	Módulo 6	UNISO	80
21	Física Quântica	---	UNICSUL	---
22	Física Moderna	8 termo	UNOESTE	---
23	Física Atômica e Nuclear	7 termo	UNOESTE	---
24	Introdução à Física Quântica	4 período	UNITAU	---
25	Física Moderna – Relatividade e Fundamentos Quânticos	3 período	UNITAU	---
26	Física Quântica	---	UNITAU	---
27	Introdução à Física Moderna	5º	IFSP	60
28	Física Atômica e Molecular	6º	IFSP	60
29	Física Nuclear e de Partículas	6º	IFSP	60
30	Física Quântica	---	UFABC	36
31	Interações Atômicas e Moleculares	---	UFABC	36
32	Princípios de Mecânica Quântica	---	UFABC	48
33	Física Quântica	---	UNIVESP	---

O sinal --- indica que não foi possível identificar a informação.

O fato de 26 cursos possuírem ao menos 01 disciplina, em sua estrutura curricular, pode indicar uma preocupação, por parte dos cursos, na inserção das discussões acerca dos conteúdos quânticos na formação de professores de Física.

O tempo destinado ao estudo dos conteúdos inseridos nos programas curriculares das disciplinas mapeadas varia entre 30 e 120 horas. Entretanto, em sua maioria, possuem 60 horas, o que podemos considerar como um aspecto positivo, se levarmos em consideração que, em geral, os conteúdos que pertencem ao campo da Física Quântica podem/são trabalhados em mais de uma disciplina como, por exemplo, Física Moderna I e Física Moderna II.

Porém, apenas 09, das 33 disciplinas, contemplam o estudo mais detalhado dos conteúdos quânticos. A ausência de um número maior de disciplinas, dedicadas exclusivamente ao estudo da Física Quântica, demonstra que seus conteúdos podem estar diluídos em outras disciplinas como, por exemplo, entre aquelas disciplinas intituladas “Física Moderna”. Contudo, podemos dizer que essas disciplinas são mais

gerais, pois abarcam outros conteúdos pertencentes ao tópico de Física Moderna e não apenas aqueles relativos ao domínio da quântica. Vale ressaltar também, que a maioria das disciplinas são ofertadas a partir do terceiro ano (5º semestre), talvez pelo rigor matemático necessário para a resolução dos problemas quânticos.

A análise das ementas revelou que há ênfase aos conteúdos de espaço, tempo, matéria, determinismo, causalidade, princípios da incerteza da superposição e na interpretação probabilística da função de onda.

Por fim, destacamos como um aspecto interessante e positivo a inclusão de disciplinas conceituais com foco para a formação de professores. É o caso das disciplinas de número 14 e 27 da tabela II, intituladas “Física Moderna para professores do Ensino Médio” e “Introdução à Física Moderna”, da UNESP de Guaratinguetá e do IFSP de São Paulo, respectivamente, as quais contemplam, em suas ementas, discussões acerca da abordagem da Física Moderna nos livros didáticos de Física, acerca das possibilidades de aplicação em dos conhecimentos em sala de aula e de posturas e ações que possibilitem um melhor aprendizado da Física Moderna.

Há, também, disciplinas que contemplam conteúdos quânticos baseados na História das Ciências e em seu caráter epistemológico, discutindo as contribuições proporcionadas por esse viés, em detrimento de uma abordagem matematizada. De maneira geral, as disciplinas que abordam conteúdos quânticos, por meio desta ênfase, são aquelas denominadas “História da Física”.

Considerações Finais

Procuramos responder como a Física Quântica foi/está inserida no currículo dos cursos de formação de professores de Física no estado de São Paulo em termos conteúdos, tempo didático e momentos de oferta. Identificamos 13 instituições que abrigam 32 cursos de formação de professores de Física. A maioria dos cursos estão dispostos no período noturno (22 de 32 cursos). Como exposto anteriormente, 26 cursos ofertam um total de 33 disciplinas (28 obrigatórias e 5 optativas) que contemplam conteúdos quânticos.

A análise dos materiais encontrados permite inferir que grande maioria dos cursos apresenta as disciplinas “Física Moderna I” e “Física Moderna II”, as quais são mais amplas em termos de inserção de conteúdos físicos.

Por fim, podemos afirmar que, em certa medida, a Física Quântica está inserida na maioria dos cursos de Física Licenciatura do estado de São Paulo, embora poucos são aqueles que disponibilizam matérias dedicadas exclusivamente aos conteúdos da Física Quântica. Ademais, notamos a falta de integração entre conteúdos pedagógicos com aquelas de cunho físico-conceitual, já que são poucas as ementas nas quais é possível identificar a inclusão de discussões acerca dos métodos, técnicas e abordagens para o de ensino da Mecânica Quântica. Concordamos com Zimmerman e Bertani (2003) quando afirmam ser necessário, na formação inicial de professores, o entendimento e a articulação dos conteúdos científicos e pedagógicos por parte dos novos professores.

Os conteúdos pedagógicos dizem respeito aos métodos, as técnicas e as abordagens de ensino. Poderíamos citar, entre outras, para o ensino da Teoria Quântica, a leitura de textos de divulgação científica (SILVA e ALMEIDA, 2012), diferentes formas de expressão humana como a arte, a música e a pintura (PINTO e ZANETIC, 1999), a História e da Filosofia da Ciência (FAGUNDES, 1997; FREIRE

JUNIOR et al., 1995); Mapas Conceituais (CHIARELLI, 2006) e, simulações computacionais (MACIEL, 2015). Consideramos importante, na formação inicial de professores, discussões acerca destes métodos e abordagens.

Por outro lado, não descartamos que a inclusão destas discussões pode estar presente em disciplinas do núcleo pedagógico, ou seja, em disciplinas da área de Educação/Ensino de Física, em geral, ministradas por docentes lotados em institutos ou faculdades de Educação. Reafirmamos que se faz necessário, na formação inicial de professores, o entender e articular os conteúdos científicos e pedagógicos para que os mesmos sejam inseridos de maneira eficiente na educação básica.

Agradecimentos

Agradecemos à Pró-reitoria de Pesquisa da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela bolsa de Iniciação Científica concedida ao primeiro autor.

Referências

- BRASIL: (2002). Resolução CNE/CP 2 de 11 de março de 2002. **Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Física**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>
- BRASIL: (2019). Resolução CNE/CP 02 de 20 de dezembro de 2019 – **Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica** (BNC-Formação), Diário Oficial da República Federativa do Brasil, seção 1, n. 247, p. 116-119, 23 de dezembro de 2019.
- CHIARELLI, R. A. **Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: é possível abordar conceitos de mecânica Quântica?** Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2006
- FAGUNDES, M. B. **Ensinando a dualidade onda-partícula sob uma nova óptica**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação/Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- FREIRE JUNIOR, O. et al. Introducing Quantum Physics in Secondary School. In: **III International History, Philosophy and Science Teaching Conference**. Minneapolis. 1995.
- GLEITON SANTOS MACIEL, G. S. **Proposta de uma sequência didática sobre tópicos de física quântica através do uso de simulações computacionais e da determinação da constante de Planck com Leds aplicado ao ensino médio**. Dissertação (Mestrado Profissional) – Centro de Ciências Exatas/Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.
- GRECA, I. M. R.; MOREIRA, M. A. Uma revisão de literatura sobre estudos relativos ao ensino de mecânica quântica introdutória. **Investigações em ensino e ciências**, v.6, n.1, p. 29-56, 2001.
- PINTO, A. C.; ZANETIC, J. É possível levar a Física Quântica para o ensino médio? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.16, n.1, p.7-34, 1999
- REDISH, E. F.; SAUL, J. M.; STEINBERG, R. N. (1998). Student expectations in introductory physics. **American Journal of Physics**. v. 66, n. 3, p. 212-224.
- SÃO PAULO (Estado). Conselho Estadual de Educação. **Deliberação CEE no 126/2014. Altera dispositivos da Deliberação 111/2012**. In: Diário Oficial do Estado de São Paulo, SP, 14 jun. 2014(a), Seção I, p. 21 - 23.
- SILVA, A. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. Uma leitura de divulgação científica sobre Física Quântica no Ensino Médio. **Revista do Encontro de Divulgação de Ciência e Cultura**. v. 1, 2012.
- ZIMMERMANN, E.; BERTANI, J. A. (2003). Um Novo Olhar Sobre os Cursos de Formação de Professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. 20(1), 43-62.