

Aplicação da Física Moderna por Meio da Espectroscopia: no Ensino em Sala de Aula

Vitor E. P. Paiva^a, Augusto G. de Oliveira^b, Douglas W. N. de Souza^c, Pedro T. F. Marques^d

^a Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente / Universidade Federal do Amazonas, vitore833@gmail.com

^b Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente / Universidade Federal do Amazonas, augustogomes397@gmail.com

^c Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente / Universidade Federal do Amazonas, douglassouza@ufam.edu.br

^d Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente / Universidade Federal do Amazonas, pedrothiago10000@gmail.com

Resumo - Física Moderna no Ensino Médio? Atualmente, aulas práticas se caracterizam como a nova sensação do momento. Ouvimos dizer que aulas expositivas estão ultrapassadas, sendo necessário o envolvimento dos alunos em aulas experimentais. No entanto, por muitas das vezes, alguns professores se perdem em seu propósito e lançam-se no modismo vigente. Diante disso, até onde podemos relacionar a teoria e a prática em sala de aula? Será mesmo que as aulas experimentais são a “salvadora da pátria”? O objetivo deste ensaio teórico foi caracterizar as produções científicas acerca da utilização da espectroscopia com aplicação em tópicos de Física Moderna no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC e Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF ao longo de 10 anos. Utilizamos como metodologia o Estado da Arte, onde os bancos de dados escolhidos consistiram nas atas do SNEF e do ENPEC. Encontramos 5.815 produções, as quais foram publicadas nos eventos neste recorte temporal. Contudo, apenas nos anos de 2013 e 2015 verificamos produções que se relacionam com a temática, as quais somam 3 (0,27%) trabalhos dos 1200 publicados nas duas edições. Percebemos que as produções se concentram na região sudeste do país, não encontrando nenhuma produção na região norte, especificamente, no estado do Amazonas. Mediante as análises do segundo momento metodológico, pudemos perceber que todas as pesquisas apontam aspectos empírico-indutivistas e distanciam-se dos objetivos de uma alfabetização científica. Desse modo, acreditamos que o processo de ensino dos conceitos de Física Moderna com o uso de espectroscopia pode ser permeado por metodologias, as quais podem ser definidas pelo professor, a partir do momento em que ele entende como o seu aluno aprende.

Palavras chave: Ensino Médio, Espectroscopia, Matéria.

1. INTRODUÇÃO

O início do século XX foi marcado por um conjunto de conceitos que revolucionaram o estudo da Física, entre os que caracterizaram este vasto caminho, podemos citar as descobertas no ramo da Física Moderna. Nesta perspectiva, o físico alemão Max Planck, em 1918, foi laureado com o Nobel de Física pelas suas contribuições na área da Física Quântica. Planck foi um dos percussores nesse segmento, pois dentre suas importantes contribuições, em 1900, apresentou a equação, intitulada Lei de Planck, a qual explica a radiação emitida por corpos negros.

Nesse sentido, a espectroscopia caracteriza-se como o estudo da interação da radiação com matéria, baseando-se na perspectiva de que cada matéria possui seus espectros característicos (conjunto de cores).

Tal estudo desenvolveu-se a partir do cientista inglês Isaac Newton, cujo seu trabalho mais importante sobre mecânica celeste culminou na Teoria da Gravitação Universal. Em 1665, foi o primeiro a estudar o espectro da luz branca, com a experiência de dispersão de luz através de um prisma. Anders Ångström, físico e matemático sueco, considerado o “pai da espectroscopia”, em 1814, foi o primeiro a observar os espectros das estrelas e o fenômeno da Aurora Boreal, onde também trouxe várias contribuições à temática.

O desenvolvimento do conceito de efeito fotoelétrico teve início a partir das contribuições de Albert Einstein em 1905, sendo este o período no qual atribuímos as descobertas acerca da temática à Física Moderna.

Dentre os nomes já citados, podemos destacar os trabalhos de Niels Bohr em 1913, como a Teoria sobre a estrutura do modelo atômico, os quais contribuíram para chegarmos ao modelo atômico atualmente conhecido.

Diante dessas considerações, a Mecânica Quântica (o foco deste trabalho) foi um dos ramos do conhecimento que surgiram no início do século XX, sendo o estudo de corpos físicos, os quais têm dimensões próximas ou menores do que a escala atômica, como átomos, moléculas e outras partículas subatômicas.

Em meio a esse cenário de tantas possibilidades e contextualizações com o cotidiano do aluno, buscamos mapear pesquisas que já haviam sido publicadas acerca da temática e articulá-las com contexto de sala de aula, tendo em vista que a [3] destaca a temática, matéria e energia, a qual tem como objetivo apresentar noções sobre os materiais, propriedades, efeitos da luz nos materiais e fontes de energia, desde os anos iniciais até os anos finais do Ensino Fundamental. Já no Ensino Médio, foco deste trabalho, as aplicações devem incluir um maior nível de abstrações, em que seja possível construir explicações em relação à matéria e energia, por meio de análise e previsões a respeito dos efeitos das interações entre elas.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo caracterizar as produções científicas acerca da utilização da espectroscopia com aplicação em tópicos de Física Moderna no ENPEC e SNEF ao longo de 10 anos.

2. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS OU METODOLIGIAS UTILIZADAS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, utilizamos a metodologia denominada “Estado da Arte” ou “Estado do Conhecimento” descrita por [18], na qual abrange aspectos bibliográficos, os quais buscam inventariar e descrever os

resultados de produções científicas em um recorte temporal. [17] define Estado da Arte como uma necessidade de compreender uma gama de informações e resultados obtidos através de pesquisas já realizadas, de modo que possa divulgar contradições e vieses.

Corroborando com [18], buscamos desenvolver o “Estado da Arte”, com o intuito de construir saberes, acerca da totalidade de trabalhos produzidos ao longo dos anos, podendo, assim, quantificar e qualificar trabalhos acadêmicos em uma certa linha temporal, de forma a expor incoerências e resultados incompatíveis de uma determinada área de conhecimento.

Para a elaboração do “Estado da Arte” neste trabalho, a fim de catalogar artigos acadêmicos relacionados a nossa pesquisa, utilizamos a busca pelo título e o resumo dos trabalhos. Segundo a autora, o título fornece (ou deveria) características e informações, do que se trata o trabalho e o resumo tem como objetivo expor ao pesquisador, com mais abrangência possível, a essência do trabalho, mesmo que seja em forma de síntese.

Além da pesquisa baseada por títulos e resumos, existiram dois momentos para a análise dos dados. O primeiro momento ocorreu através do mapeamento, identificação e da quantificação dos trabalhos catalogados em um determinado período de tempo. O segundo momento aconteceu quando focamos em características mais interpretativas ponderando os aspectos mais sutis do desenvolvimento do trabalho, como ênfase e tendências metodológicas. Além desses aspectos, foi necessário respondermos perguntas, como “Quando e onde foram produzidas as pesquisas selecionadas?” e “Quem as produziu?”.

Nesta pesquisa, os bancos de dados selecionados para a catalogação de artigos acadêmicos foram apenas dois, o Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF e o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC, os quais tiveram suas primeiras edições em 1970 e 1997, respectivamente.

A escolha desses dois bancos de dados se deu pela sua importância, relevância científica e história para com a sociedade acadêmica. Usamos a palavra-chave “espectroscopia”, selecionando pesquisas que haviam sido desenvolvidas ao longo de 10 anos. Vale destacar que a busca foi realizada no mês de maio de 2019. Ao fim desta, selecionamos três trabalhos encontrados que se aproximam do objetivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca feita pela palavra-chave “espectroscopia” resultou em 3 trabalhos (0,27%) no decorrer dos últimos 10 anos, catalogados a partir das atas do ENPEC e SNEF. Vale destacar que o Simpósio Nacional de Ensino em Física - SNEF, nos últimos 10 anos, promoveu 6 edições. É importante salientar que as atas do XIX SNEF, ocorrido no ano de 2011 na cidade de Manaus, não estavam disponíveis no momento da busca. Tentamos contato com a secretaria do evento, mas não obtivemos respostas. Por esse motivo, a quantidade dos trabalhos publicados nesta edição não se encontra exposto na tabela abaixo (Tabela 01).

Na Tabela 01, encontra-se o quantitativo de trabalhos apresentados em cada ano, o número de produções encontradas, o número de artigos selecionados através dos apontamentos de [18], bem como o local que ocorreu o evento. Desse modo, dado que o quantitativo de trabalhos

encontrados foi um número relativamente baixo (3), optou-se em analisar todos os trabalhos que foram encontrados.

Mediante a Tabela 01, podemos perceber que em 2013, do total de trabalhos apresentados, apenas 1 (0,17%) das produções destacou o tema “espectroscopia”. Em 2015, esse número cresceu para 2 (0,37%) produções.

Pudemos perceber que houve um aumento no número de publicações desde 2009 até 2017, o que nos leva a inferir que o evento ganhou visibilidade nacional no decorrer dos anos, tendo em vista que a cada ano mais trabalhos enriqueciam o acervo deste evento.

No tocante aos trabalhos encontrados, referentes à temática, percebemos que a produção de trabalhos dobrou entre os anos de 2013 e 2015. Entendemos que um fator pelo qual pode servir como insumo para esta discussão seja a temática escolhida para cada evento. O SNEF, ocorrido em 2013, teve como temática “O ensino de Física nos últimos 40 anos: balanço, desafios e perspectivas”. Já a edição de 2015 apresentou a temática “Enfrentamentos do ensino de Física na sociedade contemporânea”.

Diante do exposto, a edição de 2013 buscou realizar um levantamento histórico acerca das contribuições para o ensino de Física. Em 2015, o tema foi propício para discutir temas atuais, tendo em vista que foram evidenciados os desafios da sociedade contemporânea. Logo, refletir sobre as contribuições da espectroscopia tornou-se pertinente nesse ano.

Desse modo, compreendemos a necessidade de o professor estar flexível diante de novas possibilidades e perspectivas. Acreditamos que o estudo da espectroscopia possa oferecer o encantamento aos alunos, de forma que o professor possa sentir-se livre em inovar, tendo em vista o anseio dos alunos em novas formas de aprender como destaca [9].

Tabela 01: Quantidade trabalhos encontrados e selecionados.

Evento, cidade e ano	Trabalhos publicados	Trabalhos encontrados	Trabalhos selecionados
XVIII SNEF Vitória/ES 2009	411	-	-
XX SNEF São Paulo/SP 2013	580	1	1
XXI SNEF Uberlândia/MG - 2015	540	2	2
XXII SNEF São Carlos/SP 2017	705	-	-
Total	2.236	3	3

Fonte: Os autores

A busca no ENPEC ocorreu de forma análoga. Na Tabela 02 estão dispostos o ano, o local, o número de trabalhos publicados em cada edição e os trabalhos encontrados para compor nosso banco de dados.

A cada edição, percebeu-se um aumento contínuo referente ao número de publicações, o que também podemos refletir sobre a abrangência do evento a nível nacional, que a cada ano ganha força.

Ao analisar o total de artigos no decorrer de 4 edições, não foi encontrado nenhum artigo relacionado com a

espectroscopia publicado durante esse período. Nessa perspectiva, [6] ressalta que há uma propagação nacional e internacional a respeito da atualização dos currículos do ensino de Física, todavia os trabalhos publicados que abordam fenômenos ópticos ainda se encontram em uma quantidade muito reduzida (TABELA 02).

Tabela 02: Quantidade total de trabalhos encontrados e analisados.

Evento, cidade e ano	Trabalhos publicados	Trabalhos encontrados
VII ENPEC Florianópolis/SC 2009	1.009	-
VII ENPEC Campinas/SP 2011	1.235	-
IX SNEF Águas de Lindóia/SP 2013	1.137	-
XI SNEF – Florianópolis/SC 2017	1.335	-
Total	3.579	-

Fonte: Os autores

Por meio da análise da Tabela 03, percebemos que a maioria dos trabalhos publicados estão concentrados na região sudeste. Um fator que pode influenciar tal fato consiste nas escolhas das cidades em que ocorreram os eventos. Mesmo tratando-se de um evento nacional, proximidade e logística podem apresentar-se como fatores que interferem no total de publicações.

Nesse sentido, podemos entender que os limites territoriais ainda se levantam como barreira para a propagação da ciência em nosso país. Contudo, reputamos que eventos científicos são meios de socialização e amadurecimento, os quais podem enriquecer a aprendizagem do estudante. Destarte, é preciso que novas parcerias sejam estabelecidas, além de uma mudança atitudinal por parte das universidades, professores e alunos.

A origem das pesquisas, baseada nas instituições em que estão vinculadas encontra-se na Tabela 03.

Tabela 03: Localidades das pesquisas dos trabalhos analisados

Lócus das pesquisas	Total encontrados
São Paulo	1
Paraná	1
Piauí	1

Fonte: Os autores

Mergulhando nos aspectos mais sutis de cada produção, com o intuito de compreender as aplicações da temática no ensino de Física, desenvolvemos o segundo momento de análise, conforme [18].

Dentre os trabalhos selecionados, destacamos o artigo “Instrumentação para o ensino de física moderna: um kit de baixo custo para espectroscopia”, de autoria de [4] publicado no XX SNEF, o qual teve como objetivo levar ao Ensino Médio, tanto em Física como em Química, experimentos que se relacionam com a espectroscopia, possibilitando abordar a Física Moderna e suas origens históricas.

O trabalho publicado é análogo a um relatório da disciplina de laboratório de Física, logo possui em sua estrutura elementos, como desenvolvimento, em que nele são expostas nove etapas de construção, onde são apresentadas fotografias que ilustram o processo.

Os autores acreditam que a elaboração do experimento de baixo custo possa incentivar os professores a contextualizar suas aulas de Física.

Nesta perspectiva, [1] discorre que as raras aulas experimentais escondem os benefícios da sua aplicação, visto que grande parte dos experimentos científicos não propiciam o envolvimento do aluno em todas as etapas de desenvolvimento.

Os autores [14], [15], [19] e [20] acreditam que os trabalhos de investigações laboratoriais destacam a relevância da construção dos significados em sala de aula. Contudo, corroboramos com [16], a qual elenca a necessidade dos estudantes em trilharem o processo completo das construções de significados, ou seja, o contato inicial com o problema, a identificação do processo científico e as ferramentas que serão utilizadas.

[8] publicaram no XXI SNEF de 2015 a pesquisa intitulada “Participação de professores em uma proposta interdisciplinar, para trabalhar física moderna”, onde o objetivo foi propor uma oficina aos professores das escolas públicas, uma nova forma (interdisciplinar) para aplicar o conteúdo de Física Moderna.

O desenvolvimento da oficina se deu a partir dos conceitos de espectroscopia e espectrofotômetro. Vale destacar que através do espectrofotômetro é possível transformar a visão espectroscópica em informações quantitativas, mas isso só é possível com um aparelho eletrônico. Entretanto, a proposta dessa oficina foi o de ensinar aos professores a elaboração e manuseio de um aparelho de baixo custo, ou seja, aplicá-lo com os alunos.

A metodologia foi realizada na Universidade Federal do Piauí - UFPI. Primeiramente, instruíram de modo teórico, por meio de uma aula introdutória, técnicas da espectroscopia aos professores que se propuseram em participar.

Depois da introdução, partiram para a prática construindo um espectrofotômetro caseiro, em que analisaram o espectro de diferentes tipos de luz, como a luz da lâmpada incandescente. Com outro espectrofotômetro disponível, o qual foi construído previamente pelos alunos da UFPI, analisaram as substâncias caroteno e clorofila.

Diante da metodologia aplicada, houve a indagação aos professores se a proposta para a suposta aplicação era possível. Através de um questionário, após a oficina, contendo perguntas fechadas, obtiveram as respostas.

Os resultados obtidos a partir dos questionários aplicados, apresentaram grandes graus de aprovações, onde 70% dos

professores acharam possível reproduzi-la em sala de aula. No entanto, quando foram questionados quanto as maiores dificuldades para a aplicação, as opiniões foram equilibradas: 30% acharam a montagem do material complicada, enquanto que 60% relacionaram as dificuldades a turmas muito grandes, planejamento de atividade e domínio do conteúdo do professor. O restante (10%) não encontrou nenhuma dificuldade.

Os autores concluíram que o trabalho apresentado em forma de oficina proporcionou uma nova possibilidade de se trabalhar Física Moderna, além de permitir interações de

outros professores pertencentes a outras áreas de ciências na constituição de uma metodologia interdisciplinar. Por meio dos resultados dos questionários, percebeu-se a aceitação dessa proposta por parte dos participantes.

Diante do exposto, é preciso ponderar que a função das atividades práticas no laboratório de ensino de Física deve cingir-se em investigar problemas, onde estes devem ser abertos, isto é, o êxito das soluções dos problemas não é dado imediatamente, as quais são obtidas por meio de práticas já elaboradas ou algoritmos mecanizados [1].

No mesmo sentido [16] discorre que diante de uma atividade experimental “muitas vezes, um enunciado que se configura, do ponto de vista do professor, como situação-problema a ser investigada, não é compreendido como tal do ponto de vista dos estudantes”. Destarte, é preciso considerar as interpretações corriqueiras, bem como os conhecimentos prévios dos alunos com o intuito de transpô-lo didaticamente na constituição do conhecimento científico.

A terceira e última pesquisa analisada fora publicada no XXI SNEF no ano de 2015, intitulada “*A Física Moderna Contemporânea no Ensino Médio: desafios e possibilidades*” de autoria de [16], a qual teve como objetivo compreender os impactos de uma atividade experimental contextualizada com a realidade do aluno, por meio de aplicações de questionários próprios e abordagem teórico-prático na Escola Estadual de Ensino Médio Dante Grossi, do Rio Grande do Sul.

A metodologia aplicada teve por objetivo responder à seguinte pergunta: “De que forma a Física Moderna Contemporânea impacta nos processos de construção de aprendizagem dos alunos, auxiliando-os a compreender o mundo que os cerca?” ([16], p.4). Dessa maneira, buscou-se com intervenções didáticas-experimentais respondê-la.

Primeiramente, houve aplicação de questionários antes de começar as atividades para compreender se os 17 estudantes do Ensino Médio escolhidos, possuíam informações a respeito da Física Moderna. Os autores optaram em realizar aulas sobre espectroscopia com slides e softwares interativos durante três semanas.

Após o término, aplicaram novos questionários de cunho dissertativo, a fim de obter respostas e compará-las com as respostas do primeiro questionário.

Para a análise dos dados, foi utilizada a Análise de Conteúdo proposta por [10] E com base nas análises quantitativas e qualitativas, foi possível responder à pergunta proposta no começo da metodologia. Através disso, houve uma constatação de impactos maiores na aprendizagem do aluno com experimentos que estão relacionados com o seu cotidiano, possibilitando não apenas a expansão de conhecimento, mas também, perceber a ciência cada vez mais próxima no dia a dia.

Nesse sentido, os trabalhos dos autores [13] e [5], apresentam concepções voltadas a ideias de [7], ao acreditarem que as atividades investigativas devem ser modeladas junto à criação de um meio antagônico, o qual deve propiciar ao estudante o encantamento e a tomada de parte da responsabilidade.

[12] ressalta uma possibilidade teórico-metodológica, os indicadores da alfabetização científica, quando a proposta são atividades experimentais em laboratórios de ensino de Física.

Assim, acreditamos que “alfabetizar cientificamente os alunos significa oferecer condições para que possam tomar

decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos” ([12] p. 45). Logo, reputamos que toda e qualquer atividade avaliativa deva ter como intuito a alfabetização científica e não apenas a observação e análise de uma atividade experimental, baseada na complementação da parte teórica [13].

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÃO

Mediante a caracterização dos trabalhos selecionados para análises, observamos que estes possuem uma abordagem prática, a qual apresenta a elaboração de experimentos de baixo custo. Contudo, os roteiros experimentais são apresentados aos alunos de forma pronta, ou seja, não há possibilidade de uma participação do aluno na identificação do problema, na construção e nas inferências que podem ser evidenciadas quando o aluno tem contato com todas as etapas da investigação.

Acreditamos que essa realidade possa ser superada, por meio de uma mudança atitudinal por partes de docentes e discentes, onde o modelo engessado das atividades experimentais possa configurar-se em práticas flexíveis.

Entendemos que muitos são os caminhos e possibilidades em ensinar conceitos de Física Moderna no Ensino Médio. As pesquisas apresentaram a metodologia da investigação. Entretanto, esta não é excluyente, assim como a epistemologia adotada pelo professor frente a essa temática.

Assim, entender como o aluno aprende, torna possível ensinar, seja por meio de memorização, treino, repetição, aulas experimentais, práticas contextualizadas e até mesmo por meio do lúdico. Consideramos que somente quando o professor compreende a maneira como o aluno aprende, torna-se possível ensinar. Logo, a tendência epistemológica do professor deve imprimir uma postura de um profissional reflexivo, onde não é “a minha maneira de ensinar”, e sim, é “a forma como o meu aluno aprende” que deve ser ponderada na hora da escolha da metodologia.

O posicionamento diante desse fato pode apresentar-se como uma ruptura de paradigmas. A questão não é ser tradicional ou construtivista, a questão é o ensino e aprendizagem do aluno, este um sujeito que pensa, age, atua e que pode transformar o hoje. Portanto, suas escolhas podem ser adicionadas no processo de ensino e aprendizagem.

É inegável que as práticas apresentadas nas pesquisas dessa investigação possuem elementos da visão empírico-indutivista, contudo a aprendizagem do aluno deve superar tais visões epistemológicas. Nesse processo, o papel do professor é o de criar condições e meios antagônicos, onde o aluno se sinta confortável e envolvido no processo, em que esse meio pode ou não ser uma prática investigativa em laboratório de ensino de Física.

Podemos concluir que o assunto de Física Moderna relacionado com a espectroscopia no Ensino Médio ainda é pouco abordado, como pudemos observar no quantitativo apresentado pelo Estado da Arte.

Desse modo, acreditamos que este ensaio teórico possa abrir portas para que novas pesquisas possam ser desenvolvidas. Além que estas podem socializar resultados e refletir sobre os aspectos metodológicos, com o escopo de desenvolver um olhar crítico, ativo e participativo na sociedade, por meio da observação, construção, reflexão e aplicação dos fenômenos da natureza, os quais estão presentes em seu cotidiano.

AGRADECIMENTOS

AGRADECEMOS AOS AMIGOS E FAMILIARES QUE FAZEM PARTE DAS NOSSAS VIDAS.

REFERÊNCIAS

- [1] A. Cachapuz, D. Gil-Pérez, A. M. P. de Carvalho, J. Praia e A. Vilches, *A necessária Renovação do Ensino das Ciências*, 1ª ed. Cortez, Brasil: São Paulo, 2005, cap. 2, pp. 37-70.
- [2] A. T. Borges, *Novos rumos para o laboratório escolar de ciências*, ed. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2002.
- [3] Brasil. (Março 2018). Base Nacional Comum Curricular. *Ministério da Educação*. [online]. pp. 1-600. Disponível: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf.
- [4] C. R. C. Tavoraro, M. A. Cavalcante, A. C. Teixeira e R. Peçanha, "Instrumentação para o ensino de física moderna: um kit de baixo custo para espectroscopia," em XX Simpósio Nacional de Física, 2013, pp. 1-8.
- [5] E. F. Sá, M. e. Lima e O. A. Aguiar-Jr, "Construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação," *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 16, pp. 79-102, 2011.
- [6] F. Ostermann e M. A. Moreira, "Atualização do currículo de física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial dos professores," *Cad. Cat. Ens. Fís*, vol. 18, pp.135-151, Agosto 2001.
- [7] G. Brousseau, *Fundamentos e Métodos da Didática da Matemática*, 1ª ed. Instituto Piaget, Portugal: São Paulo, 1996, cap. 7, pp. 35-113.
- [8] G. K. M. Santos, D. P. Rocha e R. Germano, "Participação de professores para trabalhar física moderna", em XXI Simpósio Nacional de Física, 2015, pp.1-8.
- [9] J. Tavares, "Formação e Inovação no Ensino Superior," *Porto Editora*, vol. 1, Dezembro 2003.
- [10] L. Bardin, *Análise de Conteúdo*, Lisboa: Edições 70, LDA, pp. 1-280.
- [11] L. H. Sasserón e A. M. P. Carvalho, "Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo," *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 13, 2008.
- [12] L. H. Sasserón, "Interações discursivas e investigação em sala de aula," *Investigação em Ensino de Ciências*, vol. 23, pp. 41-61, 2013.
- [13] M. C. Barbosa-Lima e A. M. P. Carvalho, "Comprovando a necessidade dos problemas," *VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, Águas de Lindóia, SP, Junho 2002.
- [14] M. C. P. S. Azevedo, *Ensino de Ciências por Investigação: problematizando as atividades de sala de aula*, ed. Thomson, 2004.
- [15] M. C. V. M. Capecchi, "Problematização no Ensino de Ciências," *Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula*, pp. 21-40, 2013..
- [16] M. R. Martins, G. Palma e J. L. Boldo, "A física moderna contemporânea no ensino médio: desafios e possibilidades," em XXI Simpósio Nacional de Física, 2015, pp. 1-8.
- [17] M. Soares, *Alfabetização no Brasil – O Estado do conhecimento*, Brasília: Inep/Mec, 1989, pp. 1-174.
- [18] N. S. A. Ferreira, "As pesquisas denominadas "estado da arte"," *Educação & Sociedade*, ano XXIII, nº 79, pp. 257-272, Agosto 2002.
- [19] P. C. A. Raboni, "Solução de problemas experimentais em aulas de ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental e o uso da linguagem cotidiana na construção do conhecimento científico," Universidade de São Paulo, 2010.
- [20] V. F. Machado e L. H. Sasserón, *As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias*, ed. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, 2012.