

Condicionantes para a utilização de experimentações por professores de física do ensino médio

Conditions for the use of experiments by high school physics teachers

Fernanda Sauzem Wesendonk^{1*}, Eduardo Adolfo Terrazzan²

¹Instituto de Matemática, Estatística e Física, Universidade Federal do Rio Grande, Av. Itália, s/n, km 8, Carreiros, CEP 96203-900, Rio Grande, RS, Brasil.

²Departamento de Metodologia do Ensino, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, Prédio 16, Sala 3365, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

*E-mail: fernandasw@furg.br

Recibido el 6 de abril de 2020 | Aceptado el 16 de mayo de 2020

Resumo

Neste trabalho, apresentamos e discutimos os condicionantes para a utilização de experimentações por professores de Física do Ensino Médio. A identificação desses condicionantes foi realizada mediante a realização de entrevista com professores de Física de Escolas de Educação Básica da Rede Escolar Pública Estadual de um município brasileiro do Estado de São Paulo. Como decorrência da leitura e da interpretação das informações coletadas, elaboramos categorias de análise relacionadas com os objetivos para a utilização de experimentações e com as justificativas para a não utilização ou para a utilização com baixa frequência de experimentações nas aulas de Física. Pelas análises realizadas, podemos apontar os seguintes condicionantes para a utilização de experimentações: (1) caráter motivador do experimento; (2) disponibilidade de tempo atrelada à exigência de cumprimento de diretrizes estabelecidas por instância superior; (3) infraestrutura nas escolas para o desenvolvimento de experimentações, com boas condições físicas e de uso; (4) características das turmas de alunos; (5) capacitação dos docentes para a utilização de experimentações.

Palavras-chave: Experimentação; Trabalho Didático-Pedagógico; Ensino de Física; Ensino Médio.

Abstract

In this work, we present and discuss the conditions for the use of experimentation by high school Physics teachers. The identification of these conditions was carried out by conducting an interview with Physics teachers from Basic Education Schools of the State Public School Network in a Brazilian municipality in the State of São Paulo. As a result of reading and interpreting the information collected, we developed categories of analysis related to the objectives for the use of experiments and the justifications for not using them or for the low frequency use of experiments in Physics classes. Through the analyzes carried out, we can point out the following conditions for the use of experiments: (1) the motivating character of the experiment; (2) availability of time linked to the requirement to comply with guidelines established by a higher authority; (3) infrastructure in schools for the development of experiments, with good physical conditions and use; (4) characteristics of student groups; (5) training of teachers to use experiments.

Keywords: Experimentation; Didactic-Pedagogical Work; Physics teaching; High school.

I. INTRODUÇÃO

Deparamo-nos, no contexto educacional, com a necessidade de propiciar aos alunos uma aprendizagem voltada para a realidade em que vivemos. Acredita-se, nos dias atuais, que a Educação e, em especial, o Ensino de Ciências, devam estar dirigidos para a formação de indivíduos críticos, que possam compreender e agir nesse mundo complexo e em constante transformação, rodeado de inovações tecnológicas e de problemas de ordem econômica, política, cultural e socioambiental para, assim, atingir o processo transformativo da sociedade. Diante dessas necessidades que surgem constantemente, muitos professores acreditam que a melhoria do Ensino de Ciências acontece mediante o uso de experimentações. E, há mais de um século de inserção desse recurso no currículo de Ciências, muito se tem discutido sobre essa temática. O campo de pesquisa em Ensino de Ciências vem produzindo e divulgando muitas produções sobre o tema, nas quais muitas posições favoráveis à utilização da experimentação em contexto escolar vêm sendo defendidas (Prado e Wesendonk, 2019). Uma varredura na literatura da área nos permite identificar diferentes aportes sobre os objetivos e as finalidades da experimentação no âmbito escolar. Por outro lado, podemos afirmar que não fornece, muitas vezes, subsídios que nos dê evidências claras sobre a utilização desse recurso didático por professores.

Um trabalho de revisão de literatura em periódicos acadêmico-científicos nacionais da área de Ensino de Ciências (Wesendonk e Terrazzan, 2016) nos deu indícios sobre essa limitação das publicações. Na oportunidade, procuramos caracterizar os artigos publicados sobre experimentação no Ensino de Física, em termos de focos e intenções de pesquisa, bem como de resultados construídos no âmbito dessas investigações. Para isso, utilizamos como fontes de informações 10 Periódicos Acadêmico-Científicos nacionais, com publicações disponíveis em websites, de classificação A1, A2 e B1 no Qualis CAPES, no âmbito da área de avaliação “Ensino”. Foram identificados e analisados 147 trabalhos publicados no período de 2009 a 2013, os quais apresentavam como foco principal de investigação a experimentação. Constatamos que a maior parte dessas investigações apresenta propostas de experimentos para o estudo de elementos do campo conceitual da Física ou para a determinação de grandezas físicas. Por outro lado, evidenciou-se uma precariedade relacionada às investigações que apresentam discussões aprofundadas sobre a utilização de experimentações por professores no contexto escolar e que, além disso, discutam fundamentos dessa utilização.

Diante disso, situamos como foco deste estudo a *utilização da experimentação no trabalho didático-pedagógico de professores de Física do Ensino Médio*. Cabe salientar que estamos considerando, neste trabalho, não apenas os experimentos realizados mediante a utilização de aparatos físicos, mas também, os experimentos de pensamento e as simulações computacionais, as quais também são consideradas, nesta investigação, como modalidades de experimentação.

Acreditamos que a experimentação desempenha um papel essencial no processo de ensino/aprendizagem de disciplinas científicas, em particular, no âmbito da disciplina de Física. Por outro lado, entendemos que existem fatores de diferentes naturezas que influenciam diretamente na utilização desse recurso didático no âmbito do trabalho didático-pedagógico desenvolvido por docentes em contexto escolar.

Frente ao exposto, temos como objetivo *compreender como operam os diferentes fatores envolvidos na utilização de experimentações por professores de Física do Ensino Médio*. Para tanto, buscamos responder as seguintes questões de pesquisa: (1) Quais as motivações para a utilização de experimentações por professores de Física do Ensino Médio? (2) Quais as razões para a não utilização ou para a utilização com baixa frequência de experimentações por professores de Física do Ensino Médio?

II. A EXPERIMENTAÇÃO COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Desde a inserção da experimentação como recurso didático para o Ensino de Ciências, no fim do século XIX, ela tem sido associada a objetivos educativos de superação de dificuldades de aprendizagem de alunos. Porém, muitos resultados de pesquisas realizadas sobre esse assunto mostram que a experimentação não é a solução para todos os problemas existentes no Ensino de Ciências (Barberá e Valdés, 1996; Gil-Pérez et al., 1999), em contraposição a opinião de muitos professores, que veem na experimentação uma possibilidade de melhorar algumas deficiências do ensino, como a falta de interesse dos alunos pela aprendizagem do conhecimento científico (Gil-Pérez et al., 1999; Hodson, 1994; Barberá e Valdés, 1996; Lazarowitz e Tamir, 1994 apud Gil-Pérez et al.), ou as têm como representação do que seja uma boa aula de Ciências (Motta, Medeiros e Motokane, 2018).

Os professores, mesmo confiantes na importância da experimentação no contexto escolar, frequentemente acabam por prescindir-las e, quando as utilizam, essas se tornam, muitas vezes, ineficazes para o processo de ensino/aprendizagem, devido ao modo como são planejadas e desenvolvidas (Barberá e Valdés, 1996; Gil-Pérez et al., 1999). Uma das possíveis justificativas para a não realização de experimentações na ambiência da escola se deve ao tempo escolar, isto é, uma das razões pelas quais os professores alegam não desenvolver atividades que têm por base

esse recurso com seus alunos é o tempo que deve ser despendido para tal fim. Assim, os professores acreditam que há outros meios mais eficazes de ocupar o tempo disponível em sala de aula (Gil-Pérez et al., 1999). Além disso, consideram outros fatores como também determinantes para não desenvolver essas atividades, tais como a falta de instalações e materiais adequados, excessivo número de alunos em sala de aula, a necessidade de cumprir com o currículo da escola, entre outros aspectos (Carrascosa et al., 2006, Moreira et al., 2018).

Em relação a esses últimos argumentos elencados como empecilhos para a realização da experimentação em sala de aula, Marandino, Selles e Ferreira (2009) sustentam a ideia de que para um entendimento da dificuldade de integrar no contexto de sala aula a experimentação, é preciso reconhecer que, ao lado da estrutura física da escola, existem, em especial, elementos associados às tradições de ensino mantidas no Brasil. Dois elementos podem exemplificar essa redução do espaço dedicado à experimentação no ensino.

Em primeiro lugar, há a questão histórica do funcionamento das escolas, que, diante da divergência numérica em relação às demandas populacionais, assumiram um modo específico de organizar os tempos e os espaços escolares. A estruturação da escola em diversos turnos acarretou numa organização curricular que fez com que um conjunto de disciplinas escolares fosse distribuído ao longo da semana. Isso levou à utilização de alguns recursos didáticos mais tradicionais, como a exposição do professor, em detrimento de outros, como, por exemplo, a experimentação.

Em segundo lugar, há a preocupação das escolas em melhorar o desempenho dos alunos nas avaliações que servem como processos seletivos para a entrada no Ensino Superior ou nas avaliações externas da Educação Básica. Isso tem acarretado justificar intrinsecamente a utilização da experimentação como um recurso opcional. Além disso, como afirmam Marandino, Selles e Ferreira (2009), existem limitações oriundas tanto dos processos de formação docente quanto do domínio mais amplo das políticas curriculares, as quais deixam de considerar a experimentação como parte integrante e as entendem como complementares ao Ensino de Ciências.

Ainda em relação à baixa frequência de utilização de experimentações no contexto escolar, Bassoli (2014) destaca que mesmo os docentes que reconhecem a relevância de atividades práticas e atuam em contextos que possibilitam o desenvolvimento dessas atividades, podem ter dificuldades para realizá-las, devido, por exemplo, ao pouco contato com práticas dessa natureza durante a escolarização. Por outro lado, há professores que tiveram uma formação que propiciou o desenvolvimento de práticas como a experimentação e que tendem a criar a expectativa de reproduzir tais atividades no contexto escolar, com seus alunos. Porém, ao longo da trajetória profissional, são “forçados” a elaborar propostas que se encaixem com as condições encontradas na escola, uma vez que se torna difícil, para não dizer inviável, realizar experimentações de modo individualizado. Soma-se a isso, frente à realidade escolar, se torna difícil o acesso a diferentes materiais e a aparatos para o desenvolvimento de experimentações, tendo que ficar a cargo do professor providenciá-los, caso necessário.

Concomitantemente aos aspectos apresentados, devemos questionar as potencialidades da utilização desse recurso didático em supremacia a outros disponíveis para serem utilizados no Ensino de Ciências. Pois, dependendo da forma como for planejada e desenvolvida a experimentação, não resultará em eficaz para a aprendizagem dos alunos, ou no máximo, resultará em igual eficácia que os recursos convencionais de ensino, como a exposição oral do professor (Hofstein e Lunetta, 1982 apud Barberá e Valdés, 1996; Clackson e Wright, 1992 apud Barberá e Valdés, 1996).

Hodson (1990) considera que a experimentação é conduzida em muitas escolas a partir de uma concepção pobre, confusa e não produtiva. Os professores utilizam a experimentação sem uma adequada reflexão, ou seja, mantêm a crença de que esse recurso é a solução para todos os problemas de aprendizagem no Ensino de Ciências. Essa visão distorcida, para Hodson, se baseia em pressupostos epistemológicos, psicológicos e didáticos que, progressivamente, já estão sendo questionados. Em conformidade com o exposto, Motta, Medeiros e Motokane (2018) argumentam que, no âmbito escolar, a experimentação é reduzida, muitas vezes, à manipulação de aparatos físicos, sem que haja espaço para a reflexão, fatos que reforçam uma visão distorcida de como a Ciência produz conhecimento científico. Nesse sentido, concordamos com Bassoli (2014), a qual afirma que para superarmos a visão deformada de Ciência, tão enraizada no ensino e nas concepções das pessoas, faz-se necessário (re)pensar não só as atividades práticas direcionadas ao Ensino de Ciências, mas, principalmente, o currículo dessa área do conhecimento, de modo a possibilitar a construção de conhecimentos científicos (da Ciência e sobre a Ciência).

O enfoque que se dá à experimentação está diretamente relacionado aos objetivos que se pretende atingir mediante a realização da atividade didática baseada nesse recurso didático, e esses objetivos dependem da concepção que se tem de como se faz ciência e de como se pode aprender ciência. Os objetivos de uso de experimentações podem ser associados a aspectos ou dimensões características do conhecimento de uma área científica, tais como: (1) *Dimensão conceitual*: Auxiliar os alunos a aprender (elementos de) ciências (área científica específica); (2) *Dimensão epistemológica*: Auxiliar os alunos a aprender (elementos) sobre como a ciência (área científica específica) é construída e se desenvolve; (3) *Dimensão metodológica*: Auxiliar os alunos a aprender (elementos) sobre como fazer ciências (área científica específica) (Wesendonk, 2015; Adaptado de Hodson, 1994).

Podemos afirmar que essas três dimensões são igualmente importantes e necessárias, isto é, devem ser consideradas pelos docentes no processo de planejamento e de desenvolvimento atividades didáticas que têm por base a experimentação. Em contrapartida, sabemos que contemplá-las, simultaneamente, em uma atividade nem sempre é possível; por outro lado, consideramos que o professor não deve desenvolver experimentações pensando apenas na dimensão conceitual, como usualmente ocorre.

Esses objetivos nos fazem entender que a experimentação desempenha um papel próprio no Ensino de Ciências, que o diferencia de outro recurso didático. Utilizar experimentações intencionando apenas motivar os alunos ou a aprendizagem de conceitos reduz os objetivos da experimentação, pois outros recursos didáticos também podem desempenhar essas funções. Além disso, a experimentação é adequada para o ensino de determinados elementos do campo conceitual das Ciências Naturais, ou da Física, em especial, mas não de todos. Há determinados assuntos que são melhores abordados mediante o uso de outros recursos didáticos, assim como há momentos da programação curricular que são mais propícios para o desenvolvimento de experimentos do que outros. Do mesmo modo, faz-se necessário salientar que existem diferentes modalidades de experimentação e que essas podem ser utilizadas no Ensino de Ciências, conforme os objetivos que o professor pretende atingir, das peculiaridades do assunto que será tratado e das necessidades presentes em uma situação de ensino/aprendizagem.

III. MODALIDADES DE EXPERIMENTAÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Como mencionamos na introdução deste artigo, estamos considerando não apenas os experimentos realizados mediante o uso de aparatos físicos, mas, também, os experimentos de pensamento e as simulações computacionais, as quais também são consideradas, nesta investigação, como modalidades de experimentação.

Para Hodson (1988), os experimentos com aparatos físicos podem ser definidos como sendo atividades que demandam a identificação e o controle de variáveis. Lopes (2004), no entanto, considera essa definição muito restritiva, já que o controle/manipulação de variáveis também faz parte do processo de desenvolvimento de atividades didáticas que envolvam outros tipos de recursos, como por exemplo, atividades didáticas baseadas em problemas de lápis e papel. Diante disso, Lopes propôs uma extensão para a definição do que seja experimento com aparato físico. Para o autor, esse recurso refere-se:

a toda a atividade sobre um referente empírico, concretizada na execução de procedimentos empíricos, que permita: (1) Questionar o referente empírico e o que se sabe sobre ele; (2) Identificar/controlar variáveis; (3) Utilizar/estudar/aprofundar/construir modelos teóricos e/ou das situações físicas que sirvam de mediadores entre as teorias e a realidade. (Lopes, 2004, p. 259).

O exposto por Lopes serviu-nos como base para avançarmos no entendimento do que sejam experimentos com aparatos físicos. A partir de uma adaptação e extensão da definição apresentada pelo autor, passamos a considerar experimentos com aparatos físicos como *montagens/dispositivos/aparatos* que se referem a uma determinada situação física (fenômeno ou processo) e que são acompanhados de procedimentos empíricos (qualitativos e/ou quantitativos), formando um conjunto que pode embasar uma atividade com finalidades didático-pedagógicas, associadas a algumas possibilidades, tais como:

1. *Problematizar* essa situação física, *questionar* sobre alguns de seus *aspectos principais* e sobre *o que os alunos sabem* sobre ela;
2. Identificar e/ou controlar *variáveis relevantes* dessa situação e *estabelecer relações* entre essas variáveis;
3. *Estudar* essa situação, ou *aprofundar-se* no conhecimento sistematizado *sobre essa situação*, ou ainda, *construir* e *compartilhar* conhecimentos *sobre essa situação*, tomando-a como *objeto mediador* entre teorias/modelos/leis/conceitos científicos e a realidade natural;
4. *Resolver problemas específicos* associados a essa situação física. (Wesendonk, 2015; Adaptado e ampliado a partir de Lopes, 2004)

Consideramos que os experimentos com aparatos físicos podem apresentar diferentes abordagens, de acordo com suas finalidades didáticas, diferenciando-se o modo pelo qual são planejados e conduzidos, a saber: demonstração experimental, verificação experimental e resolução experimental de um problema da realidade do aluno. Cabe ao professor, ao planejar uma atividade didática baseada nesse recurso didático, avaliar qual dessas abordagens melhor se adapta às necessidades de sua turma e de sua aula (Prado e Wesendonk, 2019).

Quando se fala em experimentos, a primeira imagem que nos vem à cabeça é a de experimentar com as mãos, isto é, relacionamos a experimentação apenas a algo “palpável”, “manipulável”. Porém, o importante não é somente a

manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas para problemas da realidade, com relevância para os alunos, em atividades que podem ser puramente de pensamento e/ou de simulação (Borges, 2002).

O concreto, uma vez categoria ou qualidade atribuída a um objeto de conhecimento, pode apresentar duas dimensões, ambas igualmente importantes. A primeira refere-se ao sentido de qualificar um objeto como possuidor de uma ‘certa materialidade’. E a segunda dimensão, pouco frequente, refere-se ao ‘conteúdo de significações’ presente no objeto. É exatamente essa segunda dimensão do concreto que pode fazer com que alguns elementos do campo conceitual da área curricular de Ciências Naturais, tão sem sentidos para alguns alunos, sejam compreensíveis com certa facilidade por outros (Terrazzan, 1994). E, diante dessa ideia de que o ‘conteúdo de significações’ pode ser superior à ‘dimensão palpável’, na definição de concretude de um objeto de conhecimento, que temos os experimentos de pensamento.

Em 1897, o físico Ernst Mach adota o termo *gedankenexperiment* (consolidado na língua inglesa como *thought experiment*) para denominar um comportamento de investigação científica análoga aos procedimentos que deveriam ser adotados para a realização de um experimento com aparato físico. Embora Mach tenha popularizado o termo, foi Hans Christian Oersterd, aproximadamente em 1812, o primeiro a utilizar a mistura latim-alemão *Gedankenexperiment* e, por volta de 1820, o termo é totalmente apresentado na língua alemã (*Gedankenversuch*) (Kiouranis, 2009). Utilizamos, no âmbito deste trabalho, a denominação “experimento de pensamento” para nos referirmos aos experimentos desenvolvidos mediante a utilização da imaginação e de argumentações de consistência lógica.

Bassalo (1987), em seu artigo “As Experiências de Pensamento em Física”, apresenta a versão de dois físicos sobre esse recurso. Uma experiência de pensamento ou lógica que tem por função “fazer aparecer, eventualmente, propriedades insuspeitas, porém, implicitamente contidas na representação teórica” (Paty, 1981 apud Bassalo, 1987, p. 450). Ou então, experiências mediante as quais “apenas se visualiza a situação e se procura concluir o que acontecerá com base nos resultados conhecidos de outras experiências” (Gamow, 1963 apud Bassalo, 1987, p. 450).

Essas ou outra definição qualquer que se adote para os experimentos de pensamento implica sempre em reconhecer o papel importante desse recurso no desenvolvimento dos elementos do campo conceitual da Ciência, em particular da Física. Na história da Física, há muitos momentos em que esses experimentos foram um dos determinantes para apoiar a supremacia de uma explicação teórica sobre a outra em disputa. Em consonância, os experimentos de pensamento podem se tornar recursos potenciais para desenvolvimentos didáticos no ensino de disciplinas científicas, assim como o são na própria pesquisa da área, para a construção e compreensão de elementos do campo conceitual difíceis e de natureza contestável.

Em relação às simulações computacionais, essas representam umas das formas mais recorrentes de introdução do computador no contexto escolar. Isso porque elas tornam viáveis, em muitos casos, a realização de experimentos que só poderiam ser desenvolvidos em laboratórios bem equipados, ou por ajudar a compreender aspectos sutis de um determinado processo/fenômeno de uma disciplina científica (Fiolhais e Trindade, 2003). Elas têm a peculiaridade de permitir que os resultados da experimentação sejam vistos com clareza, repetidas vezes e, ainda, envolver um grande número de variáveis para serem manipuladas (Coelho, 2002). Na mesma perspectiva, Tavares (2008) afirma que a utilização desse recurso didático possibilita que os alunos observem, em alguns minutos, a evolução temporal de um fenômeno/processo, o que poderia levar muito mais tempo se fosse desenvolvido um experimento com aparato físico para tal finalidade, além de permitir ao estudante repetir a observação sempre que o desejar.

As simulações são muito úteis em situações em que o experimento físico é impossível de ser realizado pelos estudantes ou a execução é muito difícil. Estão, também, dentro da classe de eventos a serem alvos prioritários dessa modalidade computacional os experimentos perigosos ou de realizações muito caras, assim como os que envolvem fenômenos muito lentos ou extremamente rápidos (Snir et al., 1988 apud Medeiros e Medeiros, 2002). Durante a sua utilização, é possível que o aluno altere vários parâmetros da simulação, explore a situação física representada e verifique as implicações das alterações feitas no comportamento do fenômeno ou processo investigado.

Brito (2009) destaca as potencialidades das simulações computacionais em comparação com as demais modalidades de experimentação, com argumento de que mediante a utilização de simulações os estudantes podem analisar fenômenos sem a necessidade de manipulação de aparatos físicos e, ainda, podem estudar e visualizar fenômenos/processos físicos que comumente eram tratados apenas mediante experimentos de pensamento. Em concomitância, Arantes, Miranda e Studart (2010) enfatizam que as simulações computacionais, frente aos avanços dos computadores, já se constituem em recursos potenciais para o tratamento de conteúdos científicos e para tornar os professores mediadores e os alunos autônomos no processo de ensino e de aprendizagem. No entanto, é de suma importância que o docente esteja consciente e explique ao estudante que as simulações representam simplificações e aproximações da realidade, caso contrário, os alunos podem construir uma compreensão errada da situação física em estudo. Em consonância com esse argumento, Lopes (2004) afirma que um programa de simulação representa a realidade, mas não é a realidade propriamente dita. Trata-se sempre um modelo da realidade, ainda que em muitos casos seja uma aproximação quase perfeita.

Por fim, cabe ressaltar que essas três modalidades de experimentação podem ser utilizadas no Ensino de Ciências, conforme os objetivos que o professor pretende atingir, das peculiaridades do elemento do campo conceitual que será discutido com os alunos e das necessidades presentes em uma específica situação de ensino/aprendizagem. Desse modo, não acreditamos na supremacia de uma modalidade sobre a outra; pelo contrário, defendemos que as três devem ter espaço no desenvolvimento do trabalho didático-pedagógico de professores da área de Ciências Naturais.

IV. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS

Este estudo faz parte de uma pesquisa mais ampla desenvolvida no âmbito de um curso de mestrado em Educação para a Ciência, na qual utilizamos como fontes de informações, na modalidade sujeito, professores de Física em serviço em Escolas de Educação Básica pertencentes à Rede Escolar Pública Estadual de um município brasileiro do Estado de São Paulo. E, para a coleta de informações com esses sujeitos, utilizamos a aplicação de questionário com questões abertas e fechadas e a realização de entrevista.

O questionário foi elaborado com o objetivo de construirmos um panorama geral de como materiais e recursos didáticos têm sido utilizados por professores de Física no desenvolvimento de suas atividades no contexto escolar, além disso, com a intenção de constituirmos a amostra para a próxima etapa de nossa pesquisa.

O questionário solicitava, inicialmente, um conjunto de informações cadastrais e relativas à formação acadêmica e experiência profissional dos professores, bem como sobre o vínculo profissional docente atual. Na sequência, o instrumento apresentava um conjunto de 04 questões relativas à experiência profissional docente na disciplina de Física no Ensino Médio e 01 questão relativa à preparação de aulas para a disciplina de Física. Logo, o questionário apresentava duas seções, cada uma com 03 questões abertas e fechadas, relativas à utilização do Caderno do Professor de Física disponibilizado pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE/SP) e de Livros de Didáticos de Física. Por fim, o questionário apresentava 01 questão relativa ao uso de outros materiais didáticos pelo professor e uma seção com 07 questões relacionadas com a utilização de experimentações no Ensino de Física. De modo a finalizar o questionário, aproveitamos para perguntar aos professores respondentes se teriam disponibilidade para que voltássemos a contatá-los para uma conversa de aprofundamento sobre algumas das questões apresentadas nesse instrumento de coleta de informações.

A pesquisa envolveu as 30 Escolas de Educação Básica da Rede Escolar Pública Estadual lotadas na respectiva cidade, que possuem o Ensino Médio como etapa escolaridade. Primeiramente, contatamos os membros das equipes gestoras dessas escolas e informamos os objetivos de nossa investigação. Após essa etapa, iniciamos a tentativa de contatar diretamente os professores de Física das 28 escolas que responderam positivamente à nossa solicitação de coleta de informações para o preenchimento do questionário.

Em duas escolas, membros da equipe gestora receberam o material para avaliá-lo antes da possível distribuição dele para os professores; contudo, não houve devolutiva a respeito dessa averiguação por parte das escolas. Em 18 dessas 28 escolas, apesar de a coordenação pedagógica permitir a realização da pesquisa e da entrega desse material para a coordenação ou diretamente para os professores que se mostraram disponíveis para responder o questionário, não obtivemos retorno desses professores.

Assim, no contato com todas as escolas da Rede Escolar Pública Estadual da cidade, constatamos que há aproximadamente 45 professores de Física em serviço nessas instituições. Desses professores, obtivemos retorno de apenas 15, correspondentes a 10 escolas. Todos os questionários preenchidos foram transcritos e armazenados em acervo físico e digital.

Um dos fatores que pode ser associado à baixa devolutiva do questionário preenchido pelos professores, é a extensão do instrumento de pesquisa (12 páginas). Muitos membros da coordenação pedagógica que tiveram contato com o instrumento, bem como alguns professores, expuseram de antemão que esse fator, somado à pouca disponibilidade de tempo do docente, condicionariam o preenchimento do instrumento.

A entrevista com os respectivos professores tinha como objetivo o aprofundamento de questões presentes no questionário e a ampliação de discussões referentes à utilização de experimentações no Ensino de Física. Para tanto, procuramos contatar todos os professores que haviam respondido nosso questionário. Enviamos um e-mail para todos eles, justificando o novo contato e convidando-os para a realização da entrevista. Dois professores responderam positivamente a nossa solicitação. Os demais não responderam o e-mail, desse modo procuramos contatá-los diretamente na escola em que atuavam. Um professor já havia indicado no questionário que não teria disponibilidade para uma conversa posterior, desse modo, esse professor não foi contatado novamente. Não foi possível estabelecer contato com dois professores, uma vez que esses não estavam mais atuando na escola que ministravam aulas no período de aplicação do questionário. Um professor estava em licença da escola, por período indeterminado, devido a problemas de saúde. Cinco professores não aceitaram realizar a entrevista, alegando falta de tempo para isso.

Assim, realizamos entrevistas com 07 professores de física, sendo que um deles não havia fornecido informações mediante o questionário, por falta de tempo disponível, mas em um novo contato, durante o período de realização de entrevistas, manifestou interesse em contribuir para o estudo. Esse professor atua em uma escola em que, até então, não havíamos obtido retorno de algum professor de Física para nossos instrumentos de pesquisa. Sendo assim, a nossa pesquisa envolveu, no total, 11 escolas da Rede. Cabe destacar que foi entregue aos professores, anteriormente à realização da entrevista, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o qual foi lido em conjunto e assinado pelo pesquisador responsável pela pesquisa e pelo docente que estava concedendo a entrevista. Todas as entrevistas foram realizadas no âmbito das escolas em que os docentes atuavam, foram audiogravadas e, posteriormente, transcritas.

Neste artigo, discutiremos informações coletadas mediante a realização de entrevista. O roteiro foi constituído por dois blocos: o primeiro relaciona a experimentação à experiência acadêmica do professor e o segundo relaciona a experimentação à sua experiência profissional.

Em relação à formação inicial dos 07 professores de Física envolvidos nesse estudo, todos possuem curso de licenciatura na modalidade presencial, sendo que 02 deles no curso de Licenciatura em Física por uma mesma Instituição de Ensino Superior Pública Estadual. Um professor (01) possui Bacharelado e Licenciatura em Física por uma Instituição de Ensino Superior Pública Estadual. Dos demais professores, 02 professores possuem Licenciatura em Matemática e em Ciências, com habilitação para Física, ambos por uma Instituição Privada de Ensino Superior e 02 professores possuem Licenciatura em Química por uma mesma Instituição de Ensino Superior Pública Estadual.

Para tratar e analisar as informações coletadas mediante esse instrumento, utilizamos a *categorização temática* ou *codificação* (Gibbs, 2009) a qual está baseada na perspectiva da Teoria Fundamentada (Charmaz, 2009). O foco da teoria fundamentada está na utilização de categorias construídas a partir das informações coletadas. Na investigação aqui relatada, os critérios e as categorias foram estabelecidos *a posteriori*, ou seja, decorrentes da leitura e da interpretação dessas informações.

V. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Primeiramente, iremos apresentar um panorama sobre o número de professores envolvidos em nosso estudo que desenvolvem a experimentação em suas aulas de Física, e quais modalidades desse recurso didático são por eles utilizadas.

Dos 07 professores entrevistados, 06 indicam utilizar experimentações em suas aulas e 01 afirma ainda não ter desenvolvido atividades didáticas baseadas nesse recurso didático com seus alunos. Cabe destacar que esse respectivo docente, no período em que foi realizada essa investigação, havia sido inserido recentemente na Educação Básica, mediante um Concurso Público para provimento de cargos de Professor da Educação Básica II, promovido pela SEE/SP.

Em relação às modalidades de experimentação que costumam utilizar, percebemos, mediante análise das informações coletadas, que antes de indicarmos aos professores claramente as três modalidades consideradas nesta investigação (experimento realizado mediante a utilização de aparatos físicos, experimento de pensamento e simulação computacional), as respostas deles, principalmente no que se refere às justificativas para a realização ou não de experimentações no contexto escolar, remetem-se à modalidade “experimento com aparato físico”. Então, podemos constatar que ao nos referirmos à experimentação, os professores a associam, em especial, ao experimento realizado mediante a utilização de aparatos físicos. Essa evidência está em consonância com a afirmativa apresentada por Borges (2002), em seu artigo “Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências”. Para o autor quando se fala em experimentos, a primeira imagem que nos vem à cabeça é a de experimentar com as mãos, ou seja, relacionamos a experimentação apenas a algo “palpável”, “manipulável”, sem considerarmos as suas outras possíveis vertentes.

Todavia, quando questionados explicitamente sobre as modalidades de experimentações que costumam utilizar com os alunos, em situações de ensino/aprendizagem, dentre os 06 professores que afirmam utilizar esse recurso didático, 03 indicam a utilização de experimentos com aparatos físicos, 02 indicam a utilização de experimentos de pensamento e 01 professor afirma utilizar tanto experimentos com aparatos físicos, quanto experimentos de pensamento. Destaca-se, nesse momento, a ausência de indicação de simulações computacionais como uma modalidade de experimentação utilizada pelos respectivos docentes entrevistados. Essa constatação pode estar associada à necessidade de o professor ter que dispor de um tempo maior para a busca e a seleção de uma simulação que esteja de acordo com os seus objetivos de ensino, uma vez que, por exemplo, em materiais didáticos, como os livros, a atividade baseada nesse recurso não está ali proposta explicitamente, como ocorre no caso de experimentos com aparatos físicos. Ainda devemos considerar que para desenvolvê-la, provavelmente, o professor terá que sair do âmbito da sala de aula e ir para outro espaço com os estudantes, comumente, para o laboratório de informática da escola. Frente ao exposto, entendemos que a utilização de simulações computacionais exige uma maior disponibilidade de tempo e um maior controle do professor sobre os alunos.

Para responder a primeira questão de pesquisa (Quais as motivações para a utilização de experimentações por professores de Física do Ensino Médio?), procuramos identificar os *objetivos para a utilização de experimentações*. As informações coletadas mediante a entrevista nos permitiram estabelecer cinco (05) categorias relacionadas a esse aspecto. Como as categorias não são excludentes, o número de ocorrência não corresponde ao número de professores entrevistados.

A maior parte dos professores (03/07) utiliza a experimentação por acreditar que ela tem caráter motivador. Conforme já mencionado nas seções introdutórias deste trabalho, devemos questionar esse aspecto. Investigações realizadas há mais de duas décadas já indicam que não faz sentido utilizar o experimento apenas como um meio para motivar os estudantes (Hodson, 1994; Leite, 2000), afinal, as atividades experimentais não são vistas do mesmo modo por todos os alunos. Soma-se a isso, que qualquer outro recurso didático também pode contribuir para motivar os estudantes. Destacamos, no entanto, que não se trata de rejeitar a importância da motivação durante o processo de ensino/aprendizagem, uma vez que já está consolidado na literatura da área que o aluno precisa estar disposto e interessado para que a aprendizagem se efetive. Alerta-se, apenas, para a utilização de experimentações com a exclusiva intencionalidade de motivar os estudantes (Prado e Wesendonk, 2019).

Dois professores (02/07) utilizam a experimentação como um meio de aproximar o aluno do seu cotidiano, isto é, mostrar aos estudantes que a Física está no seu dia a dia e, não apenas, em teorias que são reduzidas a equações matemáticas. Dois professores (02/07) consideram que a experimentação auxilia o aluno a compreender determinado elemento do campo conceitual em estudo, conforme podemos constatar a partir das falas a seguir:

[...] Pra assimilar melhor a matéria... PF 06-03¹

Eu acho que ajuda muito na compreensão do aluno, eu acho que ajuda a trazer um interesse maior pro aluno [...] porque na hora que eu tô falando, às vezes, fica um pouco abstrato, mas acho que se você vê na prática ajuda a compreender. PF 07

Essa última fala decorre do professor que afirma ainda não ter desenvolvido atividades didáticas baseadas em experimentações em aula. No entanto, como ele expõe, durante o período de entrevistas, estar estudando alguns experimentos para desenvolver com seus alunos, achamos interessante questioná-lo sobre os objetivos de uso da experimentação, de acordo com as suas perspectivas. Fica evidente, mediante a sua fala, que ele vê na experimentação um meio de ilustrar de forma concreta um elemento do campo conceitual em estudo. Isso já dá indícios sobre a abordagem de experimentação que será, possivelmente, privilegiada pelo docente no contexto de suas aulas de Física.

Um professor (01/07) considera que a experimentação auxilia na compreensão de assuntos complexos, difíceis de serem visualizados ou que não podem ser visualizados:

[...] é importante só nesses casos aí que eu falei, por exemplo, “como é que se coloca um elétron na mão”... imaginar isso [...] Ele tem a capacidade pra abrir pra isso, saber que tem uma quantidade enorme de elétrons andando num fio, ele olha pro fio, mas não vê nenhum elétron. Ele tem dificuldade, mas tem que usar a imaginação.

Podemos constatar pela fala desse professor que ele está se referindo aos experimentos de pensamento que afirma utilizar, mas que na verdade são meras descrições de fenômenos/processos. Percebemos, mediante o tratamento e a análise das informações, no âmbito da investigação mais ampla (Wesendonk, 2015), que todos os docentes que dizem desenvolver experimentos de pensamento em suas aulas, na verdade, estão reduzindo essa modalidade de experimentação à descrição simples de situações físicas. Como discutimos na seção “Modalidades de experimentação para o Ensino de Ciências”, experimentos de pensamento não são simples descrições de situações. Pelo contrário, são atividades extremamente estruturadas, que envolvem manipulações mentais.

Por fim, um professor (01/07) utiliza a experimentação com a finalidade de comprovar um elemento do campo conceitual da Física. Consideramos que, apesar das particularidades, essa categoria está muito próxima das duas categorias discutidas anteriormente. Isto é, evidencia-se, nesta pesquisa, uma prática de utilização de experimentações como um meio de comprovar/ilustrar e tornar menos abstratos os elementos do campo conceitual da Física em estudo.

Podemos afirmar que a maior parte dos professores envolvidos, nesta pesquisa, costuma utilizar algum tipo de experimentação com seus alunos nas aulas de Física, privilegiando, em sua maioria, uma única abordagem, a saber: atividades demonstrativas. Oliveira (2010) discute que essa abordagem de experimentação é muito empregada no contexto do Ensino de Ciências. No respectivo estudo, a autora destaca que para os professores esse tipo de

¹Utilizamos as letras ‘PF’ para nos referirmos aos professores de física. Os números utilizados em cada código remetem para as 11 escolas envolvidas na pesquisa, conforme uma listagem aleatória das escolas que organizamos. No caso daquelas escolas em que mais de um professor de física forneceu informações, utilizamos os códigos PF 04-01, PF 04-02, e assim por diante. A letra ‘P’ foi utilizada para nos referirmos ao pesquisador que realizou as entrevistas.

experimentação serve para motivar os alunos e, sobretudo, para tornar o ensino mais realista, visual, lógico e palpável, fazendo com que a abordagem do conteúdo não se restrinja apenas aos livros didáticos. No entanto, como afirma Carvalho (2011), quando planejamos o desenvolvimento de uma atividade experimental demonstrativa, temos que tomar cuidado para que ela não seja reduzida a apenas mostrar um fenômeno/processo em si, mas que dê a oportunidade de construção científica de um dado conceito relacionado a esse fenômeno/processo. Em consonância, consideramos que o problema principal em relação ao modo como são planejadas e desenvolvidas as experimentações pelos professores de Física não reside na simples utilização de experimentos do tipo de demonstração experimental. Mas, sim, em utilizar experimentos apenas desse tipo e, ainda, como atividades complementares e totalmente prescindíveis para contexto escolar.

Os professores justificam a realização de experimentações em suas aulas, praticamente, por acreditarem que esse recurso didático é capaz de motivar e proporcionar o desenvolvimento de aprendizagens por parte dos alunos. Pensando sobre os objetivos de utilização da experimentação associados a dimensões características do conhecimento de uma área científica, conforme apresentados na seção “A experimentação como recurso didático no Ensino de Ciências”, percebemos que os objetivos dos professores associados à utilização de experimentações costumam estar relacionados apenas com a primeira dimensão, isto é, fazer uso de experimentos para auxiliar os alunos a aprender elementos do campo conceitual da Física. As dimensões epistemológica e metodológica não chegam a ser consideradas pelos docentes.

Para responder a segunda questão de pesquisa (Quais as razões para a não utilização ou para a utilização com baixa frequência de experimentações por professores de Física do Ensino Médio?), procuramos identificar as justificativas para a não utilização da experimentação, bem como as dificuldades enfrentadas pelos professores para realizar experimentações em suas aulas de Física, as quais acabam implicando na baixa utilização desse recurso didático.

Foi possível estabelecer sete (07) categorias de análise, conforme as informações coletadas durante as entrevistas. Novamente, como as categorias não são excludentes, o número de ocorrência não corresponde ao número de professores entrevistados.

A categoria mais recorrente (04/07) é a pouca disponibilidade de tempo para o desenvolvimento da experimentação nas aulas de Física. Essa questão está atrelada, muitas vezes, à necessidade de cumprimento da programação curricular da escola, a qual se resume, no caso do Estado de São Paulo, ao currículo decorrente do Programa “São Paulo Faz Escola”. Esse Programa foi implementado em 2008, pela SEE/SP, como uma nova forma de organizar a Rede Pública do Estado, por meio do estabelecimento de um currículo básico e da distribuição de materiais didáticos para os Anos Finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio. Esses materiais didáticos são denominados de Caderno do Professor e Caderno do Aluno, ambos organizados por disciplina/série(ano)/bimestre.

Há uma preocupação e, em alguns casos, a exigência por parte da escola ou da própria Diretoria de Ensino, de que os assuntos programados para serem estudados durante o ano letivo sejam efetivamente trabalhados. Esse fato reflete diretamente no trabalho didático-pedagógico desenvolvido pelo docente, uma vez que ele acaba sendo pressionado pela própria escola ou por outra instância superior, conforme expõe o excerto a seguir:

[...] agora criaram a secretaria digital. Então, o professor não cadastra mais aula no diário de sala, tem que passar direto no sistema. E no sistema você tem que colocar o conteúdo da aula, mas você não tem como digitar o conteúdo da sua aula, ele já tá pronto lá, você tem que clicar no conteúdo da sua aula e já tá o currículo lá. Então, por exemplo, ou você aplica o currículo ou você aplica o currículo. Porque ali vai tá constando que você deu o currículo. PF 10

O Programa “São Paulo faz Escola” está diretamente relacionado com o Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP). Esse fato pode ser uma das razões que levam os professores a utilizar os Cadernos disponibilizados pela SEE/SP ou, pelo menos, seguir a programação de conteúdos do Currículo, já que existe uma cobrança, por parte de escolas, que o professor prepare os alunos para a realização da prova do SARESP. Muitas vezes, não se trata apenas de uma exigência da instituição de ensino, mas uma intenção do próprio professor em preparar o aluno para a avaliação, visando, assim, o Bônus Mérito². O trecho a seguir representa bem essa situação:

² O Bônus Mérito é uma bonificação recebida por professores, instituída em 2008, o qual a distribuição considera os resultados do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo.

Olha, o objetivo da escola é ir bem no SARESP. Os alunos do terceiro colegial, agora, vão fazer a prova do SARESP e vai cair química, física e biologia. Então, se o professor não seguiu e essa prova não der um bom resultado, dá um rolo pra esse professor que você não tem noção. Porque o que cai nessa prova é o currículo, é o mesmo exercício que tem no caderninho do aluno vai cair nessa prova. Se o professor não trabalhou o caderninho e o rendimento do aluno não for bom, vai sobrar pra esse professor. Inclusive, por exemplo, o ano passado não foi...geografia que caiu no SARESP, então, o professor de química e física, a gente tinha orientaçãozinha por baixo do pano que era parar de trabalhar o nosso conteúdo e focar em matemática, porque ia cair matemática no SARESP e não ia cair química e física. Então, a gente tinha que sair um pouco do foco da nossa disciplina, pra aplicar um pouco mais de conteúdos de matemática pra eles fazerem a prova melhor e não adianta nada, né? [...] apesar que a intenção é preparar o cidadão...o SARESP é o que dá o bônus, né? PF 10

Independente da cobrança em relação ao cumprimento do currículo e ao desempenho no SARESP, os professores preocupam-se em conseguir trabalhar os conteúdos programados para o ano letivo e, conseqüentemente, isso leva os professores a utilizarem atividades didáticas baseadas em recursos que não demandem muito tempo para planejamento e desenvolvimento, como é o caso da exposição oral do professor em detrimento da experimentação. A fala abaixo representa bem essa preocupação do professor com a questão do tempo que deve ser disponibilizado para o planejamento e para o desenvolvimento do experimento:

[...] não só em sala de aula, mas pra elaborar os experimentos, testar, tem que separar os materiais, testar, pra ver se dá certo, se não der certo, procurar outro experimento. A parte do planejamento demora até mais do que... PF 07

Essa queixa dos professores quanto a pouca disponibilidade de tempo para o desenvolvimento de suas atividades docentes realmente é preocupante, já que o período reservado para planejamento é muitas vezes insuficiente, diante de todas as tarefas que compõe o trabalho docente, a qual não se restringe apenas à sala de aula. Além do pouco tempo que o professor tem para desenvolver o seu trabalho com os alunos – salientamos que na Rede Pública Estadual do Estado de São Paulo são duas horas-aula de Física por semana – há outros contratempos que impedem, muitas vezes, que essas aulas sejam realizadas, como feriados, atividades extracurriculares na escola, entre outros.

A segunda categoria mais recorrente (03/07) é a ausência de um espaço adequado na escola para o desenvolvimento de experimentações. Alguns professores acreditam que a falta de um laboratório de Ciências ou de Física na escola condiciona o uso de experimentos, juntamente com a ausência de materiais apropriados para a montagem do aparato experimental (02/07).

Se tivesse uma mola, um dinamômetro, por exemplo, um voltímetro, um multímetro [...] Se tivesse esses aparelhos tinha mais facilidade em ensinar. PF 06-03

[...] Não ter laboratório [...] quando a gente não tem laboratório tem que fazer em sala de aula. [...], é a responsabilidade do professor se acontecer alguma coisa em sala de aula...uma sala que tem muito aluno, daí você mexe com fogo, então você tem que olhar todo mundo [...] então, teria que ter alguém pra auxiliar, porque se não, o professor é responsável [...] às vezes o professor não quer assumir esse risco, eu assumi... eu arrisquei, mas é perigoso, a gente fica com receio de fazer isso. PF 04-02

Podemos constatar que o professor associa a necessidade de se ter um laboratório de Ciências/Física na escola à segurança em se desenvolver experimentações, isto é, ele aponta que realizar experimentos em sala de aula envolve riscos que muitos professores não querem assumir, como trabalhar com experimentos de alta periculosidade.

Essa questão de falta de infraestrutura parece ser um empecilho para os professores no que se refere à utilização de experimentações em contexto escolar. É claro que ter um espaço propício e materiais disponíveis na escola para tal fim contribui para o desenvolvimento da atividade. A presença de um laboratório na escola torna menores os riscos para o professor e para os alunos ao realizarem experimentos de alta periculosidade, além de ser um espaço mais propício para os alunos manipularem o aparato experimental. E, em relação à disponibilidade de materiais, isentaria o professor de financiar a compra dos materiais que serão necessários para a realização da experimentação. Por outro lado, cabe destacar que é possível encontrarmos, atualmente, disponíveis em diferentes materiais didáticos propostas de experimentações, para tratar de variados assuntos da Física, que podem ser desenvolvidas em sala de aula e com materiais de baixo custo, tornando-se, desse modo, uma alternativa aos professores que atuam em escolas que não dispõem de laboratórios de Ciências/Físicas. O próprio trabalho de revisão de literatura (Wesendonk e Terrazzan, 2016), o qual mencionamos na introdução deste artigo, destaca a publicação de um número significativo de produções que contemplam propostas de atividades experimentais para serem desenvolvidas com materiais de baixo custo.

Uma parte dos professores entrevistados (03/07) aponta algumas características das turmas de alunos como fatores que dificultam a realização de experimentos nas aulas de Física, tais como: a falta de interesse dos alunos, as dificuldades de concentração dos estudantes, o mau comportamento em sala de aula, o número elevado de alunos por turma. Os trechos a seguir são representativos dessa categoria:

[...] nós temos um problema de superlotação nas salas de aula, são muitos, costuma ser 50 alunos em sala de aula. E é uma coisa bastante desgastante pra nós e, também, eles gostam bastante de experimentos, mas tudo tem que ser muito rápido, muito curto, a atenção deles hoje é muito limitada. Eles não conseguem ter muito tempo de atenção em algumas coisas. É que nem criança, criança de pré-escola que você tem que mudar o brinquedo a cada cinco minutos se não dispersa, é assim, né? Então, é uma geração, é uma situação em sala de aula muito difícil que nós estamos passando agora, muito complicada. Então, a gente faz alguns experimentos, mas é bem simples, rápido [...] PF 11

Cinco ficam prestando atenção e o resto fica...eles pensam assim “ah, hoje não é matéria”, no imaginário deles “ah, vamo pro laboratório, vamo passear”, “ah, vamo fazer experiência, ah hoje não tem nada pra copiar”. Eles são disciplinados, doutrinado de outra maneira. Você tá com uma intenção, ele tá com outra. Tem escola aí que os pais acha ruim quando o professor não enche a lousa, que fala pro diretor mesmo. E pensa que o professor que tá folgando e tem aluno que pensa isso também. PF 08

Olha, a outra professora [...] Ela ainda utilizou mais do que eu em sala de aula...ela teve, assim, situações em sala de aula até desagradáveis, de depredação do do material [...] começou a sumir coisas. Então, ela levou uma resistência uma vez, eles esticaram a resistência que ela levou, sabe? Então, coisas assim que não dá pra entender porque acontece. Mas, eu acho que o professor vai se desanimando, não é que ele não tem formação, ele tem formação, mas ele desanima com a situação que nós temos em sala de aula, é desanimadora, porque a gente quer fazer acontecer e a coisa não acontece, né? É praticamente toda aula. Então, chega uma hora que a gente pensa em desistir... PF 11

Essas falas nos mostram claramente que alguns fatores associados à sala de aula acabam condicionando a utilização da experimentação pelos professores. Na primeira fala identificamos elementos relacionados ao excessivo número de alunos por sala de aula e às dificuldades de concentração dos estudantes. A fala do segundo professor além de conter subsídios que indicam a falta de interesse dos alunos, apresenta indícios da preocupação do docente com a sua imagem perante os pais dos alunos e perante os próprios alunos, devido as suas escolhas metodológicas. Na terceira fala percebemos que o mau comportamento dos estudantes, tais como a depredação de materiais envolvidos em uma atividade baseada em experimentação, causa tamanho desconforto no docente que impacta diretamente na frequência de utilização de experimentos nas aulas de Física.

Um professor (01/07) considera que a sua pouca experiência profissional docente o levou a não utilizar ainda experimentações nas aulas de Física. Esse professor acredita ser necessário ter um controle maior sobre a turma, assim como uma adaptação maior entre ele e os alunos, para que possa desenvolver atividades que têm por base a experimentação.

Olha, no começo, mais pela questão que eles tinham que se acostumar comigo. Eles me tratavam como se eles achassem que logo eu fosse embora, sabe? Ainda mais que eu cheguei no segundo bimestre e o primeiro professor que veio, foi contratado pela escola como substituto e tal e ele falou “ah, eu vou ficar só até o fim do ano”, ele achou que ficaria até o fim do ano também. Então, a hora que eu cheguei falando a mesma coisa, eles falaram “ah, é mentira”. Eles me tratavam mesmo como se logo eu fosse embora [...] Então, eu ainda precisava conseguir um controle melhor deles pra esse tipo de coisa, eu acho. Eu ainda não tava preparada [...] PF 07

Um professor (01/07) cita o pouco preparo durante a sua formação acadêmica em graduação para trabalhar com experimentações no ensino:

É a formação do professor também, às vezes não tem [...] por mais que eu tive estágio, não foi suficiente pra poder desenvolver pra todas as aulas... PF 04-02

E, um professor (01/07) considera que a falta de exemplares de experimentos em materiais didáticos dificulta o desenvolvimento de atividades que têm por base esse recurso didático, conforme constatamos na fala a seguir:

PF 06-03: Eu acho que é a ausência desses experimentos nos livros. Não tem.

P: Não tem uma adequação?

PF 06-03: Não, o próprio experimento não tem. Não tem ali um experimento clássico pra fazer de física no livro.

Sem entrar em detalhes, nesse momento, sobre a qualidade das propostas de experimentações presentes em livros didáticos, faz-se necessário ressaltar que algumas pesquisas já desenvolvidas sobre o assunto (Wesendonk e Terrazzan, 2012; Wesendonk e Terrazzan, 2013) destacam uma variedade de exemplares de experimentos propostos nesses materiais didáticos, os quais o professor pode acessar e desenvolver facilmente no contexto escolar. Além disso, esses experimentos não precisam necessariamente ser desenvolvidos em um espaço de laboratório ou com materiais de laboratório, podendo ser executados na própria sala de aula, com materiais de baixo custo.

Fica evidente, a partir das constatações discutidas, que a pouca disponibilidade de tempo do professor para planejar e desenvolver experimentações, bem como a ausência de um espaço adequado na escola e de materiais para a realização de experimentos, dificulta a utilização desse recurso didático no Ensino de Física.

Além desses fatores, os professores também consideram que algumas características das turmas condicionam o desenvolvimento de experimentos nas aulas de Física, tais como o número excessivo de alunos por sala, a falta de interesse e o mau comportamento dos alunos diante de atividades baseadas em recursos diferentes dos já tradicionais.

Destaca-se, ainda, a preocupação dos professores em seguir as diretrizes estabelecidas pela SEE/SP, mediante o Programa “São Paulo faz Escola”. Isso acontece, na maioria das vezes, por exigência da escola ou da Diretoria de Ensino, visando o bom desempenho dos alunos no SARESP, o qual tem relação direta com o Programa. Frente a isso, mesmo a maior parte dos professores alegando que têm a liberdade de escolher como desenvolverão o seu trabalho didático-pedagógico na escola, percebemos que a presença dessa política no contexto escolar acaba, muitas vezes, condicionando as escolhas do docente.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa foi possível apontar os seguintes fatores como condicionantes para a utilização de experimentações por professores de Física no Ensino Médio: (1) caráter motivador do experimento; (2) disponibilidade de tempo atrelada à exigência de cumprimento das diretrizes estabelecidas pela SEE/SP, a partir do Programa “São Paulo faz Escola”; (3) infraestrutura nas escolas para o desenvolvimento de experimentações, com boas condições físicas e de uso; (4) características das turmas (interesse, comportamento dos alunos, número de estudantes por turma); (5) capacitação dos docentes para a utilização de experimentações.

Julgamos que as experimentações devam ter mais espaço nos currículos. Para tanto, é imprescindível uma capacitação suficiente para que o professor possa fazer uso desse recurso adequadamente no desenvolvimento de seu trabalho didático-pedagógico. Essa capacitação deve ser desenvolvida não apenas durante a sua formação acadêmica em graduação, mas deve, também, ser proporcionada pela escola ou por outra instituição superior responsável pela formação continuada de professores. Além disso, é importante que as condições de trabalho do professor sejam melhores, ou seja, é preciso que o professor tenha um tempo maior para planejamento de suas aulas, bem como maior disponibilidade de tempo para o desenvolvimento de atividades didáticas com os alunos.

O professor e a escola como instituição de ensino devem ter clareza de que a experimentação é parte integrante de grande parte dos processos de produção de conhecimento nas Ciências Naturais; portanto, faz parte da construção e evolução dessa área do conhecimento e deve estar presente no processo de ensino/aprendizagem de elementos do campo conceitual de disciplinas científicas. A partir de uma atividade didática baseada em experimento bem elaborada é possível ensinar diferentes aspectos das Ciências, mas para atingir tal objetivo, o docente precisa selecionar um experimento que seja relevante e que tenha papel de excelência para o contexto em que ele será inserido.

Faz-se importante ressaltar que não acreditamos que a experimentação seja a solução para todos os problemas do ensino e que não defendemos um Ensino de Física totalmente experimental. Mas, acreditamos que esse recurso didático deve ser inserido no contexto escolar de modo mais crítico, considerando-se o seu verdadeiro papel em relação às demais possibilidades de recursos didáticos. Como já discutimos nas seções introdutórias deste trabalho, a experimentação é adequada para determinados momentos da programação curricular, para tratar de determinadas aprendizagens e de determinados assuntos. Desse modo, há realmente momentos em que se torna mais conveniente o uso de outros recursos didáticos em detrimento da experimentação. Do mesmo modo, em se tratando das modalidades de experimentação, há momentos da programação curricular que é melhor utilizar experimentos de pensamento, como há momentos em que o uso de experimentos com aparatos físicos e de simulações computacionais é mais conveniente.

Porém, antes de incentivarmos ou propormos aos professores que tenham clareza desses aspectos relacionados à natureza e à utilização da experimentação, e que os levem em consideração durante o planejamento e desenvolvimento de suas aulas, é preciso oferecer oportunidades para que eles vivenciem, estudem e discutam sobre esses aspectos. Acreditamos que essas oportunidades devam ser oferecidas durante a formação inicial, e se estender para os processos de formação continuada.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho foi possível devido ao apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, mediante o Programa de Demanda Social.

REFERÊNCIAS

- Arantes, A. R., Miranda, M. S. e Studart, N. (2010). Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. *Física na Escola*, 11(1), 27-31.
- Barberá, O. e Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias*, 14(3), 365-379.
- Bassalo, J. M. F. (1987). *Crônicas da Física – Tomo 1*. Belém, Brasil: UFPA.
- Bassoli, F. (2014). Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. *Ciência & Educação*, 20(3), 579-593.
- Borges, A. T. (2002). Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(3), 291-313.
- Brito, K. Y. U. (2009). Experimento: una herramienta fundamental para la enseñanza de la Física. *Gôndola, Ensino e Aprendizagem de Ciências*, 1(4), 35-40.
- Carrascosa, J. et al. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23(2), 157-181.
- Carvalho, A. M. P. (2011). As práticas experimentais no ensino de Física. En Carvalho, A. M. de (Org.), *Ensino de Física* (53-78). São Paulo, Brasil: Cengage Learning.
- Charmaz, K. (2009). *A construção da teoria fundamentada: guia prático para análise qualitativa*. Tradução de Joice Elias Costa. Porto Alegre, Brasil: Artmed.
- Coelho, R. O. (2002). *O uso da informática no Ensino de Física do nível médio*. Programa de Pós-Graduação em Educação, Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Fiolhais, C. e Trindade, J. (2003). Física no Computador: o computador como ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(3), 259-272.
- Gibbs, G. (2009). *Análise de dados qualitativos*. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre, Brasil: Artmed.
- Gil Pérez, D. et al. (1999) ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 311-320.
- Hodson, D. (1988). Experiments in Science Teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 70(256), 33-40.
- Hodson, D. (1994). Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3).
- Kiouranis, N. M. M. (2009). *Experimentos mentais no Ensino de Ciências: implementação de uma sequência didática*. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Doutorado em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru.
- Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. En Sequeira, M. et al. (Org.), *Trabalho prático e experimental na educação em Ciências*. Braga, Portugal: Universidade do Minho.

- Lopes, J. B. (2004). *Aprender e Ensinar Física*. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia/MCES.
- Marandino, M., Selles, S. E. e Ferreira, M. S. (2009). A experimentação científica e o ensino experimental em Ciências Biológicas. En Marandino, M., Selles, S. E. e Ferreira, M. S. *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo, Brasil: Cortez.
- Medeiros, A. e Medeiros, C. F. D. (2002). Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 24(2), 77-86.
- Moreira, M. M. P. C. et al. (2018). Contribuições do Arduino no ensino de Física: uma revisão sistemática de publicações na área do ensino. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 35(3), 721-745.
- Motta, A. E. M., Medeiros, M. D. F. e Motokane, M. T. (2018). Práticas e movimentos epistêmicos na análise dos resultados de uma atividade prática experimental investigativa. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 11(2), 337-359.
- Oliveira, J. R. S. (2010). Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, 12(1), 139-156.
- Prado, L. e Wesendonk, F. S. (2019). Objetivos de utilização da experimentação presentes em produções acadêmico-científicas publicadas nos anais de um evento da área de ensino de ciências. *Actio: Docência em Ciências*, 4(2), 148-168.
- Tavares, R. (2008). Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. *Ciência & Cognição*, 13(2), 99-108.
- Terrazzan, E. A. (1994). *Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média*. Programa de Pós-Graduação em Educação, Doutorado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Wesendonk, F. S. (2015). *O uso da experimentação como recurso didático no desenvolvimento do trabalho de professores de Física do Ensino Médio*. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Mestrado em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.
- Wesendonk, F. S. e Terrazzan, E. A. (2012). *A utilização de experimentos didático-científicos na estruturação de livros didáticos de Física para o Ensino Médio*. Trabalho apresentado no Décimo quarto Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Maresias, São Paulo, Brasil.
- Wesendonk, F. S. e Terrazzan, E. A. (2013). *Experimentos didático-científicos em livros didáticos de Física para o Ensino Médio*. Trabalho apresentado no Vigésimo Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Wesendonk, F. S. e Terrazzan, E. A. (2016). Caracterização dos focos de estudo da produção acadêmico-científica brasileira sobre experimentação no Ensino de Física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(3), 779-821.