



ASPECTOS CARACTERÍSTICOS DA UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTAÇÕES POR PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO DE UM MUNICÍPIO PAULISTA

CHARACTERISTIC ASPECTS OF THE USE OF EXPERIMENTATIONS BY HIGH SCHOOL PHYSICS TEACHERS IN A MUNICIPALITY OF SÃO PAULO

ASPECTOS CARACTERÍSTICOS DEL USO DE EXPERIMENTACIONES POR PROFESORES DE FÍSICA DE LA ESCUELA SECUNDARIA EN UN MUNICIPIO DE SÃO PAULO

Fernanda Sauzem Wesendonk*, Eduardo Adolfo Terrazzan**

Cómo citar este artículo: Wesendonk, F. S. y Terrazzan, E. A. (2021). Aspectos característicos da utilização de experimentações por professores de física do ensino médio de um município paulista. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 16(1), 96-114. DOI: <https://doi.org/10.14483/23464712.16076>

Resumo

Neste artigo, buscamos compreender os aspectos que marcam o processo de planejamento e de desenvolvimento de experimentações por professores no contexto do Ensino de Física no Ensino Médio. Para tanto, procuramos responder às seguintes questões de pesquisa: (1) Que elementos/materiais/fontes os professores de Física do Ensino Médio utilizam para a organização de atividades didáticas baseadas em experimentação? (2) Que aspectos principais caracterizam as formas pelas quais os professores de Física do Ensino Médio costumam utilizar a experimentação em suas aulas? Para a coleta de informações, realizamos entrevistas com sete professores de Física do Ensino Médio de escolas pertencentes à Rede Pública Estadual de um município brasileiro do Estado de São Paulo. Os procedimentos de organização, de tratamento e de análise das informações coletadas seguiram as orientações da perspectiva conhecida como Teoria Fundamentada. Pelas análises realizadas, foi possível evidenciar que: (1) o livro didático é o material consultado com maior frequência para auxiliar os docentes na organização dessas atividades; (2) a maior parte dos professores privilegia o uso de experimentos que são desenvolvidos com materiais de baixo custo e que motivem os estudantes; (3) as adaptações/modificações que os professores costumam fazer em relação ao experimento original são sempre relacionadas ao material indicado para ser utilizado na montagem do aparato experimental; (4) são realizados experimentos para abordar diferentes assuntos da Física; (5) os professores costumam desenvolver as experimentações na própria sala de aula; (6) o momento da aula considerado como o mais adequado para a utilização da experimentação é durante o tratamento do assunto ou após a apresentação teórica

Recibido: 31 de março de 2020; aprovado: 22 de maio de 2020

* Doutora em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, câmpus de Bauri (UNESP), Brasil. Professora Adjunta da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), Brasil. E-mail: fernandasw@furg.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8724-7775>

** Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP), Brasil. Professor Titular da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. E-mail: terraedu@yahoo.com.br – ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4723-159X>

dele, como meio de ilustrar o conceito/fenômeno/processo em estudo; (7) se tratando de experimentos com aparatos físicos, os próprios professores costumam montar o aparato experimental e realizar a experimentação.

Palavras Chave: experimentação; profissão docente; física; ensino médio

Abstract

In this article, we seek to understand the aspects that mark the process of planning and developing experiments by teachers in the context of Physics Teaching in High School. Therefore, we try to answer the following research questions: (1) What elements/materials/sources do high school physics teachers use to organize didactic activities based on experimentation? (2) What are the main aspects that characterize how high school physics teachers usually work experimentation in their classes? To collect information, we conducted interviews with seven high school physics teachers from schools belonging to the State Public Network of a Brazilian municipality in the state of São Paulo. The procedures for organizing, processing, and analyzing the information collected followed the guidelines of the perspective known as Grounded Theory. From the analyzes carried out, it was possible to show that: (1) the textbook is the material most frequently consulted to assist teachers in organizing these activities; (2) most teachers prefer the use of experiments that are developed with low-cost materials and that motivate students; (3) the adaptations/modifications that teachers usually make in relation to the original experiment are always related to the material indicated to be used in the assembly of the experimental apparatus; (4) experiments are carried out to address different subjects in Physics; (5) teachers usually develop experiments in the classroom; (6) the moment in the process considered as the most appropriate for the use of experimentation is during the treatment of the subject or after its theoretical presentation, as a means of illustrating the concept/phenomenon/process under study; (7) in the case of experiments with sophisticated equipment, teachers usually set up the experimental apparatus themselves and carry out the experimentation.

Keywords: experimentation; teaching profession; physics; high school.

Resumen

En este artículo, buscamos comprender los aspectos que caracterizan el proceso de planificación y desarrollo de experimentos por parte de los maestros en el contexto de la enseñanza de la física en la escuela secundaria. Por lo tanto, tratamos de responder las siguientes preguntas de investigación: (1) ¿Qué elementos/materiales/fuentes utilizan los profesores de física de la escuela secundaria para organizar actividades didácticas basadas en la experimentación? (2) ¿Cuáles son los principales aspectos que caracterizan las formas en que los profesores de física de secundaria suelen utilizar la experimentación en sus clases? Para recopilar información, realizamos entrevistas con siete profesores de física de secundaria de escuelas pertenecientes a la Red

Pública del Estado de un municipio brasileño en el estado de São Paulo. Los procedimientos para organizar, procesar y analizar la información recopilada siguieron las pautas de la perspectiva conocida como Teoría Fundamentada. A partir de los análisis realizados, fue posible demostrar que: (1) el libro de texto es el material más consultado por los maestros para organizar estas actividades; (2) la mayoría de los maestros prefieren el uso de experimentos que se desarrollan con materiales de bajo costo y que motivan a los estudiantes; (3) las adaptaciones/modificaciones que los maestros suelen hacer en relación con el experimento original siempre tienen que ver con el tipo de material para organizar el montaje experimental; (4) se llevan a cabo experimentos para abordar diferentes temas en Física; (5) los maestros generalmente desarrollan experimentos en el salón de clase; (6) el momento del proceso considerado como el más apropiado para el uso de la experimentación es durante el tratamiento del tema o después de su presentación teórica, como un medio de ilustrar el concepto/fenómeno/proceso en estudio; (7) en el caso de los experimentos con equipos sofisticados, los propios maestros suelen instalar el aparato experimental y llevar a cabo la experimentación.

Palavras chave: experimentación; profesión docente; física; escuela secundaria polivalente.

1. Introdução

Muitos investigadores defendem que a experimentação desempenha um papel importante no Ensino de Ciências (OLIVEIRA, CASSAB, SELLES, 2012; LOPES, 2004; ARAÚJO, ABIB, 2003; GALIAZZI, et al. 2001, entre outros). Uma varredura na própria literatura da área permite identificarmos diferentes objetivos para utilização desse recurso no ensino, tais como: motivar os alunos; possibilitar a aprendizagem sobre determinado assunto; desenvolver habilidades manipulativas; verificar um fenômeno/processo estudado anteriormente, entre outros objetivos. Podemos afirmar, então, que a literatura da área de Ensino de Ciências apresenta aportes sobre os objetivos e as finalidades da experimentação no âmbito escolar. No entanto, constatamos que ela não fornece, muitas vezes, subsídios que dê evidências claras sobre a utilização desse recurso didático por professores, a forma como essa utilização ocorre e os critérios adotados pelos docentes para a seleção da experimentação.

Em um trabalho de revisão de literatura em periódicos acadêmico-científicos nacionais da área de Ensino de Ciências (WESENDONK; TERRAZZAN, 2016), 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. Esses trabalhos foram classificados em categorias estabelecidas a priori e em subcategorias estabelecidas a posteriori. Ao final, constatamos que a frequência relativa de artigos que tratam sobre essa temática é baixa (9% dos artigos publicados nos periódicos acadêmico-científicos, no período analisado, têm como foco a experimentação). A maior parte dessas investigações apresenta propostas de experimentos para o estudo de determinados assuntos da Física ou para a determinação de grandezas físicas. Por outro lado, constatou-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. A nossa interpretação para os resultados obtidos é de que a contribuição dessas produções para o

desenvolvimento de discussões conceituais a respeito das potencialidades e das limitações de uso da experimentação no Ensino de Física é relativamente pequena, considerando-se o foco das investigações analisadas. A seção de finalização desses artigos, em geral, pouco contribui para maiores discussões sobre as possíveis potencialidades do uso da experimentação no contexto escolar. A maior parte das conclusões/considerações finais reafirma as intenções de pesquisa ou reduz esse item à apresentação dos resultados obtidos mediante o desenvolvimento do experimento discutido no âmbito do trabalho. Soma-se a essas constatações, a identificação do uso de proposições gerais e já recorrentes na área a respeito do uso de experimentações no ensino, as quais remetem-se, por exemplo, às contribuições da experimentação para despertar o interesse dos alunos para a aprendizagem de assuntos relacionados à Ciência.

Frente ao exposto, sentimo-nos instigados a desenvolver e a divulgar os resultados de uma investigação com foco na utilização da experimentação no desenvolvimento do trabalho didático-pedagógico de professores de Física do Ensino Médio. Cabe salientar que 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.

Entendemos que existem fatores de diferentes naturezas que influenciam diretamente tanto na frequência de utilização de experimentações nas aulas de Física, como na forma como os professores organizam e desenvolvem atividades didáticas baseadas nesse recurso didático. No relato de pesquisa que será apresentado na sequência, procuramos enfatizar o processo de planejamento e de desenvolvimento de atividades didáticas baseadas em experimentação por professores de Física participantes de nossa investigação. De modo mais específico, buscamos compreender os aspectos que marcam o processo de planejamento e de desenvolvimento de tais atividades pelos professores no contexto do Ensino de

Física no Ensino Médio. O tratamento e a análise das informações coletadas mediante a realização de entrevistas seguiram as orientações da perspectiva conhecida como Teoria Fundamentada, de modo a nos permitir responder às seguintes questões de pesquisa: (1) Que elementos/materiais/fontes os professores de Física do Ensino Médio utilizam para a organização de atividades didáticas baseadas em experimentação? (2) Que aspectos principais caracterizam as formas pelas quais os professores de Física do Ensino Médio costumam utilizar a experimentação em suas aulas?

1. Aspectos relacionados à utilização da experimentação no Ensino de Ciências

Desde a inserção da experimentação nos currículos das disciplinas científicas, no final do século XIX, mantém-se a crença de que esse recurso desempenha um papel importante no Ensino de Ciências. A sua utilização, a partir de então, tem sido associada a objetivos educativos de superação de dificuldades de aprendizagem e de motivação de alunos pela aprendizagem do conhecimento científico. (GIL-PÉREZ, et al. 1999; HODSON, 1994; BARBERÁ; VALDÉS, 1996)

Os professores, mesmo confiantes na importância da experimentação no contexto escolar, frequentemente acabam por prescindir-la e, quando a utilizam, essa se torna, muitas vezes, ineficaz para o processo de ensino/aprendizagem, devido ao modo como é planejada e desenvolvida com os alunos, em aula (BARBERÁ, VALDÉS, 1996; GIL-PÉREZ, et al. 1999), pois um grande número de experimentações que são realizadas no Ensino de Ciências, atualmente, não envolve os alunos por meio da exploração e da explicação de fenômenos ou processos contemplados em tal atividade. HODSON (1990) avalia 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. Em conformidade com o exposto, MOTTA, MEDEIROS, 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. Para os autores, esses fatos reforçam uma visão distorcida de como a Ciência produz conhecimento científico. A experimentação integra grande parte dos processos de produção de conhecimento nas Ciências Naturais; portanto, faz parte da construção e evolução dessa área do conhecimento. Conseqüentemente, torna-se coerente ela estar presente em atividades direcionadas ao ensino de assuntos relacionados às disciplinas científicas. No entanto, por si só, ela não garante bons resultados de aprendizagem e, tampouco, resolve todos os problemas do Ensino de Ciências. Em consonância, podemos afirmar que não basta a utilização de experimentações em contexto escolar, sem o planejamento de como elas serão abordadas, as questões que nortearão a sua execução e as discussões e reflexões que poderão decorrer do seu desenvolvimento. O planejamento desses aspectos permitirá avaliar se a experimentação consistirá em um recurso potencial para o processo de ensino/aprendizagem. (PRADO; WESENDONK, 2019).

O enfoque que se dá à experimentação está diretamente relacionado aos objetivos que se pretende atingir mediante a realização de atividades didáticas baseadas 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:

- **Dimensão conceitual:** Auxiliar os alunos a aprender (elementos de) Ciências (área científica específica);
- **Dimensão epistemológica:** Auxiliar os alunos a aprender (elementos) sobre como a Ciência (área científica específica) é construída e se desenvolve;
- **Dimensão metodológica:** Auxiliar os alunos a aprender (elementos) sobre como fazer Ciências

(área científica específica). (WESENDONK, 2015; Adaptado de HODSON, 1994)

Essas três dimensões são igualmente importantes e necessárias, isto é, devem ser consideradas pelo professor durante o planejamento e o desenvolvimento de atividades didáticas baseadas em experimentação. No entanto, 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, a princípio, ocorre.

Esses objetivos nos fazem entender que a experimentação desempenha um papel específico no Ensino de Ciências, que a diferencia de outro recurso didático. Utilizar experimentações para motivar os alunos ou apenas visando à aprendizagem de conceitos reduz os seus objetivos, pois outros recursos didáticos também podem desempenhar essas funções. Além disso, a experimentação é adequada para o ensino de determinados assuntos científicos, mas não de todos. Há determinados assuntos que são melhores abordados mediante a utilização de outros recursos didáticos. Ainda, devemos considerar que há momentos da programação curricular que são mais propícios para o desenvolvimento de experimentos do que outros. Concomitantemente, 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.

2. Caracterização das modalidades de experimentação para o Ensino de Ciências

Nesta investigação, estamos considerando os experimentos realizados mediante o uso de aparatos físicos, os experimentos de pensamento e as simulações computacionais como modalidades de experimentação.

Definimos os 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; 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 – 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 conteúdos conceituais 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.

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 conteúdos 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, 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, 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, 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 assunto que será discutido com os alunos e das necessidades presentes em uma específica situação de ensino/aprendizagem.

3. Procedimentos metodológicos adotados

Neste artigo, apresentamos um recorte dos resultados obtidos em uma investigação realizada no âmbito de um curso de mestrado em Educação para a Ciência. Na pesquisa foram aplicados questionários e realizadas entrevistas com professores de Física em serviço em escolas pertencentes à Rede Pública Estadual de um município brasileiro do Estado de São Paulo.

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. Ele 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, 01 questão

relativa à preparação de aulas para a disciplina de Física. Posteriormente 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, especificamente, à 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 de 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.

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. Um professor já havia indicado no instrumento 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 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 sete (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, tiveram, em média, a duração de 40 minutos, foram audiogravadas e, posteriormente, transcritas.

Neste artigo, discutiremos informações coletadas mediante a realização de entrevista. O roteiro utilizado 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.

Na tabela 1 apresentamos as questões do roteiro de entrevista utilizadas neste estudo, em particular.

Tabela 1. Instrumento utilizado para responder às questões de pesquisa.

N.	Questão de Pesquisa	Questões do roteiro de entrevista
1	Que elementos/materiais/fontes os professores de Física do Ensino Médio utilizam para a organização de atividades didáticas baseadas em experimentação?	<p>Bloco 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Você costuma utilizar experimentações em suas aulas de Física? <p>Que motivos levam você a tal atitude?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Que modalidades de experimentação (Experimento com aparato físico, Experimento de pensamento e Simulação computacional), e para tratar que assuntos, você costuma utilizar em suas aulas de Física? • Que tipos de materiais você costuma consultar para lhe auxiliar na organização de Atividades Didáticas que têm por base a Experimentação? <p>o Onde você costuma buscar exemplares, orientações, referências para utilização de experimentação em suas aulas de Física?</p> <p>o Que critérios você costuma utilizar para a seleção dos experimentos que serão utilizados?</p> <p>o Que adaptações/modificações você costuma fazer, em relação ao material original?</p>
2	Que aspectos principais caracterizam as formas pelas quais os professores de Física do Ensino Médio costumam utilizar a experimentação em suas aulas?	<p>Bloco 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Você poderia citar exemplos de experimentações que costuma desenvolver com seus alunos, nas aulas de Física? • Você poderia detalhar alguns aspectos que envolvem a utilização que você faz de experimentações em suas aulas de Física? <p>o Que local você costuma utilizar para a realização dessas experimentações?</p> <p>o Que materiais você utiliza para a realização dessas experimentações?</p> <p>o Em que momentos do desenvolvimento/tratamento de um assunto, você costuma utilizar experimentações (no início do tratamento, para introduzir e/ou problematizar o assunto, durante o desenvolvimento do assunto, ou na finalização do tratamento?)</p> <p>o Quando você utiliza experimentos com aparato físico, quem realiza a montagem do aparato? E quem desenvolve a experimentação?</p>

Fonte: autoria própria.

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 das informações coletadas.

4. Discussão de resultados

Inicialmente, 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 sete (07) professores entrevistados, seis (06) indicam utilizar experimentações em suas aulas e um (01) afirma ainda não ter desenvolvido atividades didáticas baseadas nesse recurso didático com seus alunos. Cabe destacar que esse 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 com aparatos físicos, experimento de pensamento e simulação computacional), as respostas deles nos indicam uma associação direta 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 seis (06) professores que afirmam utilizar esse recurso didático, três (03) indicam a utilização de experimentos com aparatos físicos, dois (02) indicam a utilização de experimentos de pensamento e um (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 docentes entrevistados.

Partimos do pressuposto que para o professor organizar atividades didáticas que têm por base a experimentação, primeiramente, ele busca exemplares, orientações, referências para a utilização desse recurso em alguns materiais, a partir de critérios já definidos. E, em seguida, realiza adaptações/modificações nesses exemplares, de modo a deixar a atividade de acordo com os objetivos que pretende atingir com seus alunos.

Diante disso, para responder à primeira questão de pesquisa, procuramos identificar (1) quais os materiais/fontes consultados pelos professores para buscar exemplares de experimentações para serem utilizadas em suas aulas de Física, (2) quais os critérios utilizados para realizar essa seleção e (3) quais as adaptações/modificações que costumam fazer em relação à proposta original do experimento.

Em relação aos *materiais consultados para auxiliar na organização de atividades didáticas baseadas em experimentação*, obtivemos respostas de seis (06) professores, uma vez que um (01) professor ainda não fez uso de experimentações em suas aulas de Física. Desses seis (06) professores, quatro (04) afirmam utilizar livros didáticos para buscar exemplares, orientações, referências para a utilização de experimentações em suas aulas.

“Olha, todos os livros trazem um experimento ou outro. Todos eles trazem, então, e vario bastante. Olho bem os livros, escolho aquele que eu acho que tá mais adequado à nossa realidade.” PF 11¹

As falas dos professores nos indicam que eles têm certo conhecimento sobre os experimentos propostos nos livros didáticos, já que afirmam fazer a leitura das apresentações baseadas em experimentos

1 Utilizamos 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.

ou consideram que há uma variedade dessas apresentações nesses materiais didáticos.

Em 2008, a SEE/SP implementou o Programa “São Paulo faz Escola”, 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. Esses Cadernos aparecem na fala de dois professores (02/06) como um dos materiais que costumam consultar para auxiliá-los na organização de atividades didáticas baseadas em experimentação. O mesmo número de professores (02/06) costuma utilizar sites para buscar exemplares, orientações, referências para a utilização de experimentações em suas aulas. Entre os sites, aparecem os de instituições de ensino superior, os de professores universitários e vídeos postados no site do YouTube.

“Tem um site [...] que ele realmente coloca vários experimentos usando material do dia a dia, é bem interessante. Ele coloca ali os materiais que precisa, explica basicamente como é o experimento e tal... eu gosto de usar esse site e o canal no YouTube [...], que ele faz vários experimentos usando também material do dia a dia.” PF 02

Um professor (01/06) afirma utilizar provas de avaliações externas como referência para organizar atividades didáticas baseadas em experimentações. Certamente, essa afirmativa causa estranheza. Contudo, esse docente, o qual afirmou inicialmente fazer uso de experimentos de pensamento, indica planejar as atividades baseadas nesse recurso a partir de questões selecionadas de provas de exames vestibulares ou de provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). No entanto, como destacaremos na discussão da próxima questão de pesquisa, esses experimentos, na verdade, correspondem a simples descrições de situações físicas.

“Às vezes, eu levava xerocada pra eles alguns exercícios e com base nos exercícios fazia...ia montando, sistematizando o exercício [...] minha lousa é repleta

de desenhos sempre, então, a gente vai transformando tudo aquilo que tá no texto em desenho pra ele ir imaginando aquilo.” PF 10

Em relação aos critérios utilizados para a seleção de experimentações a serem utilizadas nas aulas de Física, metade dos professores (03/06) considera a disponibilidade de materiais para o desenvolvimento do experimento com aparato físico. Em geral, os professores selecionam experimentações que possam ser realizadas com materiais de fácil aquisição e de baixo custo.

“O material também. Tipo assim, eu vou lá, tenho vela, tenho...então dá fazer esse daqui. Dá pra comprar lâmpada? Então, dá pra montar aquele outro ali [...]” PF 04-02

Dois professores (02/06) procuram selecionar experimentos que motivem os alunos de algum modo. Um desses professores também está incluído na categoria anterior, a qual se refere à disponibilidade de material. Além desses critérios, o docente afirma que seleciona experimentações em que a montagem do aparato experimental seja simples e que os resultados construídos com o desenvolvimento do experimento sejam de fácil entendimento para os estudantes.

“Geralmente são os experimentos não muito sofisticados [...] tem que ter um material mais simples [...], porque geralmente as escolas não têm laboratório equipado, como aqui também nem tem laboratório [...] e tem que ser experimentos que realmente, vamos dizer assim, não tenha muitas dificuldades na hora da montagem pros alunos, que o resultado seja bem claro [...], que não fique algo meio obscuro, que deixe dúvidas pro aluno [...] e eu gosto de pegar experimentos que causem impacto também, [...] que o visual cause impacto [...] Pra chamar a atenção dos alunos...” PF 02

Um professor (01/06) indica como critério a adequação do uso de experimentação para o desenvolvimento didático do assunto de Física programado no currículo. Na verdade, estamos nos referindo àquele professor que descreve situações físicas a partir de exercícios. Ele afirma desenvolver experimentos de pensamento a partir de exercícios selecionados de

provas de exames vestibulares e do ENEM e, também, de livros didáticos. De acordo com o professor, são selecionados os exercícios correspondentes ao assunto programado no currículo para estudo.

“Era tudo com base no currículo. Olhava o conteúdo que seria trabalhado na apostila [Caderno do Professor/Aluno]. Via na apostila, primeiro, se tinha alguma coisa que dava pra se aproveitar, que quase nunca dá e aí, seguindo pro material didático, eu ia montando os exercícios, coletando exercícios que coubessem no material.” PF 10

E, para um professor (01/06) não há um critério específico para a seleção de experimentações.

“[...] Não tem critério não. Depende da turma, depende do dia, como é que você tá...” PF 08

Quanto às adaptações/modificações que os professores costumam fazer em relação às atividades didáticas selecionadas, ficou evidente que professores costumam fazer adaptações sempre relacionadas ao material indicado para ser utilizado na montagem do aparato experimental. Isto é, os professores fazem a substituição de um material recomendado na proposta original do experimento por outro de baixo custo ou de fácil aquisição.

“É, nem sempre vai ter o material que tá lá no caderninho [Caderno do Professor/Aluno], eu vou... então, substitui...” PF 04-02

A partir das informações coletadas e analisadas, constatamos que a maior parte dos professores faz uso de experimentos com aparatos físicos e, geralmente, associa a experimentação a essa modalidade. Concomitantemente, evidenciou-se a ausência de utilização de simulações computacionais no contexto das aulas dos professores de Física participantes desta investigação. Talvez isso possa ser justificado pela necessidade de o professor ter que dispor de um tempo maior para a busca de uma simulação, 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. Soma-se a isso, que para desenvolvê-la, provavelmente, o professor terá que sair do âmbito da sala de aula e ir para outro espaço com os estudantes, normalmente para o

laboratório de informática, ainda que a maior parte das escolas envolvidas nessa investigação possua laboratório de informática, com boas condições físicas e de uso (WESENDONK; TERRAZZAN, 2020). No entanto, entendemos que essa prática já exige uma maior disponibilidade de tempo e um maior controle do professor sobre os alunos.

Em relação ao processo de organização de atividades didáticas que têm por base a experimentação, podemos afirmar que: (1) o livro didático é o material consultado com maior frequência para auxiliar os docentes na organização dessas atividades; (2) a maior parte dos professores privilegia o uso de experimentos que são desenvolvidos com materiais de baixo custo e que motivem os estudantes; (3) as adaptações/modificações que os professores costumam fazer em relação ao experimento original são sempre relacionadas ao material indicado para ser utilizado na montagem do aparato experimental. Entendemos, diante das evidências, que os professores já selecionam aqueles experimentos que podem ser facilmente realizados com os alunos, ou seja, o docente opta por aqueles que podem ser desenvolvidos tal como está apresentado no material em que o selecionou. Podemos inferir, assim, que as atividades didáticas baseadas em experimentações, as quais exijam maiores adaptações/modificações para serem desenvolvidas no contexto em que o professor está inserido, são descartadas de imediato. Para responder à segunda questão de pesquisa, procuramos conhecer alguns aspectos envolvidos na utilização de experimentações pelos respectivos professores, tais como: (1) assuntos de Física abordados; (2) materiais utilizados; (3) espaços utilizados para a realização de experimentações; (4) momento do desenvolvimento de um assunto programado mais adequado para a utilização de experimentações; (5) responsabilidade pela montagem dos aparatos experimentais e pela realização das experimentações. Em relação ao primeiro aspecto, *assuntos de Física tratados mediante a utilização de experimentações*, como as categorias não são excludentes, o número de ocorrência não corresponde ao número de professores entrevistados. Além disso, obtivemos

respostas referentes a esse item de seis (06) professores, uma vez que um dos entrevistados ainda não havia utilizado experimentações em suas aulas de Física, no período de realização da entrevista.

Foi possível constatar que metade dos professores (03/06) desenvolve experimentos para tratar de assuntos relacionados à Eletricidade e ao Magnetismo. Um dos experimentos mais recorrentes relacionado a esse tópico é sobre circuitos elétricos. Três professores (03/06) indicam desenvolver experimentos relacionados à Física Ondulatória, como por exemplo, refração e reflexão interna total. Dois professores (02/06) afirmam desenvolver experimentações para tratar de assuntos relacionados à Mecânica. Como exemplo, podemos citar experimentos que tratam sobre gravidade e colisões. E o mesmo número de professores (02/06) afirma realizar experimentos relacionados à Física Térmica, como, por exemplo, processos de transferência de energia na forma de calor.

Solicitamos aos professores que citassem exemplos de experimentações que costumam desenvolver com os alunos. Identificamos, mediante essa questão, que os professores utilizam experimentações para tratar dos mais variados assuntos/tópicos conceituais da Física, conforme as respostas a seguir:

“[...] você colocava um metal, colocava um pedacinho de ferro e começava a esquentar, daí mostrava [...] o calor por condução [...] depois, calor por convecção, que você coloca a vela [...] aquele que você deixe ele em espiral e coloca a vela embaixo e mostra que ele girava [...] então, eram experimentos bem básicos assim para eles. E esse ano eu fiz outro [...] para mostrar ligações em série e em paralelo. [...] eu comprei umas lâmpadas lá e montei, coloquei o bocal, tudo assim e liguei na tomada...então, deu para mostrar pra eles ligação em série e em paralelo.” PF 04-02

“Faço eles imaginarem que eles tã na lua, tem pouca gravidade, né?! Eu falo pra eles do avião também. Tá lá em cima, direcionando o avião pra baixo dá pra simular a gravidade zero. [...] a gente fala sobre colisão de carros, né, calculando as velocidades...É isso.” PF 06-03

“[...] “imagina um raio caindo imagina o tempo que demora pra você ouvir o raio”, assim eles conseguem...quando tá chovendo que é legal fazer isso, é legal que eles pegam rápido.” PF 10

“Eu utilizei circuitos elétricos em série, foi uma coisa bem simples mesmo, com fios, com lâmpadas, daí fechava a chavinha, acendia a lâmpada, né? E também eu levei [...] aquelas lâmpadas de natal, sabe? Pra ver o circuito em série e em paralelo.” PF 11

A primeira e quarta fala tratam de experimentos realizados mediante a utilização de aparatos físicos, já os exemplos apresentados no segundo e terceiro trecho tratam de experimentos que os professores julgam ser de pensamento.

Vale destacar que essa solicitação aos professores de citarem exemplos de experimentos que costumam desenvolver com os alunos, nos ajudou a compreender a concepção que eles têm sobre as modalidades de experimentação. Percebemos, com isso, que todos os professores 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 “Caracterização das 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.

Para sabermos quais os materiais utilizados na realização das experimentações nas aulas de Física, contamos com as respostas de quatro professores (04/06), considerando que um (01) professor ainda não fez uso de experimentações em suas aulas de Física e que dois (02) professores afirmam apenas utilizar experimentos de pensamento.

Constatamos que esses quatro (04) professores desenvolvem experimentações com materiais de baixo custo.

“Isso, de baixo custo. É, tipo comprei bocal, lâmpada, é...fio. Daí eu tinha caixa de isopor em casa, daí eu fazia...eu furava o isopor, pra poder colocar o bocal, porque não tinha madeira [...] Então, tudo que tem em casa, eu vou pegando...” PF 04-02

Foi possível evidenciar, a partir das entrevistas, que uma das razões que leva os professores optarem por experimentações que podem ser desenvolvidas com materiais de baixo custo, é a ausência de laboratório na escola e de materiais para a realização da atividade, que por decorrência, faz com que o próprio professor tenha que arcar com as despesas de compra de materiais para o desenvolvimento do experimento. Tratando ainda sobre esse aspecto, em um relato de pesquisa divulgado anteriormente sobre a investigação realizada com esses mesmos professores, constatou-se que a maior parte das escolas (05/07) não possui laboratório de Ciências ou de Física. Destaca-se que uma dessas escolas já possuiu um laboratório de Ciências, com boa estrutura física e com boas condições de uso; no entanto, o espaço foi cedido à Escola Técnica Estadual do município (ETEC). Duas escolas (02/07) possuem laboratório de Ciências/Física. Em uma dessas escolas, o laboratório apresenta boas condições físicas e de uso. Já na outra, há apenas o espaço, sem a disponibilização de materiais para o desenvolvimento de experimentações. É recorrente identificar nas falas dos professores a afirmação de que a falta de uma infraestrutura adequada na escola torna baixa a inserção desse recurso didático no ensino. Um dos argumentos utilizados pelos professores para associar o uso de experimentos ao laboratório é o fato de esse minimizar os riscos ao se desenvolver atividades que envolvam alta periculosidade. Evidencia-se que os professores se sentem inseguros em manipular determinados aparatos experimentais, por conta da responsabilidade que recai sobre ele, caso algo de errado aconteça. (WESENDONK; TERRAZZAN, 2020)

Um (01) dos professores que indica utilizar materiais de baixo custo, também afirma fazer uso de algum material de laboratório para desenvolver experimentações em suas aulas de Física:

“P: E daí a senhora procura utilizar materiais mais de baixo custo?”

PF 11: Ah sim, sempre, é. Ou são coisas que nós já temos de outros anos, né? Adquiridos pela escola mesmo.”

Esse professor cita materiais que faziam parte do laboratório de Ciências da escola e que puderam ser recuperados depois da desativação do espaço. *“Eu tenho um termômetro no meu armário, que eu segurei...(risos).” PF 11*

Em relação aos espaços utilizados para a realização de experimentações, constatamos que praticamente todos os professores que desenvolvem experimentações em suas aulas utilizam o espaço da sala de aula para tal fim (05/06). Apenas um professor (01/06) utiliza outro espaço da escola para a realização de experimentos, a sala de vídeo.

“Normalmente a gente tem uma sala de vídeo aqui, que infelizmente a escola não tem laboratório, então ela é grande, bem ampla, tem uma mesa grande, então, geralmente, a gente trabalha na sala de vídeo. Na mesa a gente prepara os experimentos, organiza...” PF 02

Quanto ao momento do desenvolvimento de um assunto programado mais adequado para a utilização da experimentação, três professores (03/07) afirmam utilizar a experimentação durante o desenvolvimento de um assunto. Entre esses professores, estão dois (02) que dizem utilizar experimento de pensamento em suas aulas de Física.

“É durante, na verdade é durante. Eu tento conciliar a teoria e a experimentação.” PF 02

Três professores (03/07) consideram que o momento mais adequado para utilizar experimentações é após o tratamento do respectivo assunto.

“[...] foi depois que eu passei a teoria [...] para exemplificar.” PF 04-02

“Geralmente, eu acho que é melhor primeiro passar uma teoria pra eles terem uma ideia do que tá falando, depois mostrar como é essa teoria na prática.” PF 07

A segunda fala é do professor que ainda não havia desenvolvido experimentações em suas aulas de Física. No entanto, considerando a possibilidade de utilização desse recurso no desenvolvimento de seu trabalho didático-pedagógico, o professor defendeu o uso da experimentação após a apresentação teórica do assunto em estudo.

Um professor (01/07) considera que não há como

determinar o momento mais adequado do tratamento de um assunto para a utilização da experimentação. Quanto ao último aspecto - Responsabilidade pela montagem do aparato experimental e pela realização da experimentação - iremos utilizar aqui apenas as informações coletadas com os professores que costumam utilizar experimentos com aparatos físicos em suas aulas de Física (quatro (04) professores).

Três (03) professores costumam eles próprios montar o aparato experimental e desenvolver o experimento. O trecho abaixo é representativo dessa categoria:

"[...] às vezes, tem um experimento e 50 alunos, se cada um tenta participar, a gente não chega a lugar nenhum, né? Então, eu acho melhor...o aluno que depois se interessar, não me importo, ele vê, ele pega, ele manuseia, mas, geralmente, é o professor, até mesmo por uma questão de ordem também, né? Porque enquanto tem alguns alunos interessados, outros tão fugindo da sala. Entendeu?" PF 11

É possível identificar alguns dos fatores que levam o próprio professor a montar o aparato experimental e a desenvolver o experimento, tais como o número insuficiente de materiais para a realização do experimento, o que dificulta o manuseamento do aparato pelos alunos e, também, o comportamento dos estudantes em sala de aula, que muitas vezes acaba condicionando a utilização da experimentação pelo professor.

Um professor (01/04) afirma que são os próprios alunos que montam o aparato experimental e desenvolvem o experimento. Contudo, isso é feito a partir de um exemplo apresentado pelo professor. O trecho abaixo exemplifica bem essa categoria:

"É, primeiro eu monto um como exemplo, né, pra eles terem uma ideia. Geralmente eu uso um vídeo [...] um canal do YouTube que tem um físico que monta os experimentos. Então, geralmente eu levo esse vídeo na sala de informática, mostro pra eles, o rapaz ensina como monta, né, dá os materiais ali, tudo e eles já têm uma noção. E daí na próxima aula, eu monto, eu trago, mostro pra eles e depois peço pra eles montarem." PF 02

Julgamos ser importante o contato do aluno com o aparato experimental, de modo que tenham a

oportunidade de desenvolver aprendizagens procedimentais relacionadas à experimentação, tais como: montar aparatos experimentais, manipular os materiais utilizados nos experimentos, operar equipamentos experimentais.

Sobre os aspectos que marcam a utilização de experimentações por professores de física, podemos dizer que: (1) são realizados experimentos para abordar diferentes assuntos da Física, mas, em particular, a maior parte dos professores faz uso de experimentos que tratam sobre Eletricidade e sobre Física Ondulatória; (2) os professores costumam desenvolver as experimentações na própria sala de aula; (3) o momento da aula considerado como o mais adequado para a utilização da experimentação é durante o tratamento do assunto ou após a apresentação teórica dele, como meio de ilustrar o conceito/fenômeno/processo em estudo; (4) se tratando de experimentos com aparatos físicos, os próprios professores costumam montar o aparato experimental e realizar a experimentação.

Diante das constatações obtidas, podemos afirmar que prevalece uma forma de utilização de experimentações por professores de Física, a saber: atividades demonstrativas, de modo a ilustrar/comprovar um assunto do campo conceitual da Física em estudo, com a realização centrada no professor e a participação do aluno reduzida à observação do fenômeno/processo tratado na atividade.

Ainda que alguns professores afirmem que façam uso de experimentos no decorrer do tratamento de um assunto programado, percebemos que eles não estão se referindo a atividades centrais para o desenvolvimento desse assunto. Pelo contrário, eles estão fazendo referência àqueles experimentos que julgam ser de pensamento, os quais são utilizados no decorrer da discussão de um conteúdo conceitual que está sendo tratado em aula, também como um meio de ilustrar, "deixar mais claro" o que se está falando em relação ao respectivo conteúdo.

As razões para existir, basicamente, uma forma de utilização de experimentações por professores de física podem ser diversas, mas pelo que evidenciamos, a partir do discurso dos professores, os motivos

podem estar associados à ausência de um espaço e de materiais adequados para a realização de experimentos na escola. Esses fatores fazem com que o professor tenha que ele próprio desenvolver a atividade e fazê-la de modo mais simples possível, sem envolver materiais muito sofisticados ou manipulações que envolvam alta periculosidade. Além disso, o tempo para o professor planejar e desenvolver atividades que têm por base a experimentação é reduzido, o que também influencia no modo como ele organiza e conduz a atividade.

5. Considerações Finais

A pesquisa relatada neste artigo envolveu apenas uma pequena parcela dos professores de Física do Ensino Médio de escolas de Educação Básica da Rede Pública Estadual de um município do Estado de São Paulo, devido à baixa aderência desses docentes ao estudo. Dentre os argumentos que justificam a amostra reduzida de participantes, salienta-se a pouca disponibilidade de tempo dos professores para envolverem-se na investigação. Avaliamos que, como pesquisadores, acabamos desconsiderando, de certa forma, esse aspecto, ao elaborar e utilizar instrumentos de coleta de informações com roteiros extensos.

O questionário, o primeiro instrumento utilizado na pesquisa, já resultou em uma baixa devolutiva. Obtivemos o preenchimento do documento por parte de 15 professores, em uma totalidade de 45 atuantes no contexto de investigação. Podemos afirmar que a extensão do questionário (12 páginas) desmotivou os docentes, de antemão, a preenchê-lo, ainda mais por envolver muitas questões dissertativas. Frente a isso, ainda que o questionário pudesse ser preenchido sem a presença do pesquisador, ponderamos que o volume de informações a serem respondidas acarretou em uma reduzida participação dos docentes. Portanto, neste estudo, não usufruímos de uma das principais vantagens de se utilizar esse tipo de instrumento de pesquisa, que seria o de atingir um grande número de sujeitos.

O segundo instrumento de coleta de informações

utilizado, a entrevista, requer, muitas vezes, uma disponibilidade maior de tempo, um contato direto com o pesquisador e um espaço determinado para realização, assim já é esperado que o número de participantes envolvidos seja menor. No processo de realização de entrevistas, tivemos a participação de 16% dos professores de Física do Ensino Médio atuantes no contexto de estudo. Esse número é significativamente baixo e indica claramente uma limitação da pesquisa desenvolvida, fato que não nos permite generalizar as constatações e os resultados obtidos para todos os professores de Física em serviço na Rede Pública Estadual do município em que a pesquisa está lotada. No entanto, esses resultados nos dão algumas evidências de como a experimentação está sendo inserida no âmbito do Ensino de Física, considerando o presente contexto. Este estudo pode servir de impulso para novas pesquisas sobre a temática, neste mesmo cenário de investigação, de modo a ampliar e a aprofundar as discussões sobre o uso de experimentos. Em pesquisas futuras, pode-se estabelecer novos meios de contato com os professores, de modo a ampliar o número de participantes, e a coleta de informações pode abranger novos instrumentos, como, por exemplo, a observação direta do desenvolvimento de experimentações em aulas de Física.

Os resultados obtidos mediante o tratamento e a análise das informações coletadas nesta investigação nos permitiram evidenciar que a experimentação faz parte, de alguma forma, do trabalho didático-pedagógico dos professores participantes do estudo. Ainda que se identifique uma compreensão, muitas vezes, equivocada sobre o que se entende por experimentação (por exemplo, quando se associa a experimentação apenas à manipulação de aparatos experimentais, ou quando relaciona o experimento de pensamento a meras descrições de situações físicas), todos os professores têm argumentos a respeito da utilização desse recurso didático em contexto escolar. Esse fato pode ser justificado pelo papel que a experimentação desempenha na Ciência e, conseqüentemente, pelo histórico de produções acadêmico-científicas e relatos de experiências que

tratam sobre a importância desse recurso didático para o desenvolvimento de disciplinas científicas. Desde a inserção da experimentação nos currículos dessas disciplinas, o campo de pesquisa em Ensino de Ciências vem produzindo e divulgando produções sobre o tema, nas quais muitas posições favoráveis à utilização da experimentação em contexto escolar vêm sendo defendidas (PRADO; WESENDONK, 2019).

Em relação aos aspectos que marcam o processo de organização e de desenvolvimento de experimentações pelos professores de Física participantes deste estudo, evidenciamos que: (1) o livro didático é o material consultado com maior frequência para auxiliar os docentes na organização dessas atividades; (2) a maior parte dos professores privilegia o uso de experimentos que são desenvolvidos com materiais de baixo custo e que motivem os estudantes; (3) as adaptações/modificações que os professores costumam fazer em relação ao experimento original são sempre relacionadas ao material indicado para ser utilizado na montagem do aparato experimental; (4) são realizados experimentos para abordar diferentes assuntos da Física; (5) os professores costumam desenvolver as experimentações na própria sala de aula; (6) o momento da aula considerado como o mais adequado para a utilização da experimentação é durante o tratamento do assunto ou após a apresentação teórica dele, como meio de ilustrar o conceito/fenômeno/processo em estudo; (7) se tratando de experimentos com aparatos físicos, os próprios professores costumam montar o aparato experimental e realizar a experimentação.

Podemos afirmar que os professores de Física privilegiam uma forma de utilização de experimentações, a saber: atividades demonstrativas, de modo a ilustrar/comprovar um assunto do campo conceitual da Física em estudo, com a realização centrada no professor e a participação do aluno reduzida à observação do fenômeno/processo tratado na atividade. OLIVEIRA (2010) discute que essa abordagem de experimentação é muito empregada no contexto do Ensino de Ciências. Nesse estudo, a autora destaca que para os professores esse tipo

de 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 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. As atividades são, muitas vezes, selecionadas por critérios que reduzem o papel da experimentação. Em geral, os professores escolhem aquela atividade que pode ser facilmente realizada ou que atrai a curiosidade dos alunos, com a finalidade de apresentar uma atividade diferente das tradicionais aulas de exposição oral, sem uma reflexão maior sobre a relevância que terá essa atividade no contexto de ensino/aprendizagem.

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, em conformidade com outros autores (BARBERÁ; VALDÉS, 1996; GIL-PÉREZ, et al. 1999). 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. Defendemos que é preciso oferecer oportunidades para que os professores vivenciem, estudem e discutam sobre aspectos relacionados à natureza e à utilização da experimentação, para que os levem em consideração durante o planejamento e desenvolvimento de suas aulas. Essas oportunidades devem ser oferecidas

durante a formação inicial, e se estender para os processos de formação continuada.

6. Referências

- ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; STUDART, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, São Paulo/BR, v.11, n.1, p. 27-31. 2010.
- ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo/BR, v.25, n.2, p. 176-194. 2003.
- BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona/ES, v.14, n.3, p. 365-379. 1996.
- BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis/BR, v.19, n.3, p. 291-313. 2002.
- BRITO, K. Y. U. Experimento: una herramienta fundamental para la enseñanza de la Física. **Góndola, Ensino e Aprendizagem de Ciências**, Bogotá/CO, a.4., v.1, p. 35-40. 2009.
- CARVALHO, A. M. P. de. As práticas experimentais no ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. de (org.). **Ensino de Física**. Cengage Learning. São Paulo: Brasil, 2011. p. 53-78. (Coleção "Ideias em Ação"). ISBN 9788522110629.
- CHARMAZ, K. **A construção da teoria fundamentada: guia prático para análise qualitativa**. Tradução de Joice Elias Costa. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 2009. ISBN 978-85-363-1999-5.
- COELHO, R. O. **O uso da informática no Ensino de Física do nível médio**. 101 f. Programa de Pós-Graduação em Educação, Mestrado em Educação – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.
- FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o computador como ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo/BR, v. 25, n.3, p. 259-272. 2003.
- GALIAZZI, M. C.; et al. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, Bauru/BR, v.7, n.2, p. 249-263. 2001.
- GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Tradução de Roberto Cataldo Costa. Artmed. Porto Alegre: Brasil, 2009. (Coleção "Pesquisa qualitativa"). ISBN 978-85-363-2055-7.
- GIL PÉREZ, D.; et al. ¿Tiene sentido seguir distinguendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona/ES, v.17, n.2, p. 311-320. 1999.
- HODSON, D. A critical look at practical work in school science. **School Science Review**, v.70, n.256, p. 33-40. 1990.
- HODSON, D. Hacia um enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona/ES, v.12, n.3. 1994.
- KIOURANIS, N. M. M. **Experimentos mentais no Ensino de Ciências: implementação de uma sequencia didática**. 313 f. 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, 2009.
- LOPES, J. Bernardino. **Aprender e Ensinar Física. Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia/MCES**. Lisboa: Portugal, 2004. (Coleção "Textos universitários de Ciências Sociais e Humanas"). ISBN 972-31-1079-2.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. D. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo/BR, v.24, n.2, p. 77-86. 2002.
- MOTTA, A. E. M.; MEDEIROS, M. D. F.; MOTOKANE, M. T. Práticas e movimentos epistêmicos na análise dos resultados de uma atividade prática experimental investigativa. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**,

- Florianópolis/BR, v.11, n.2, p. 337-359. 2018.
- OLIVEIRA, A. A. Q.; CASSAB, M.; SELLES, S. E. Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de ciências e biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, São Paulo/BR, v.12, n.2. 2012.
- OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas/BR, v.12, n.1, p. 139-156. 2010.
- PRADO, L. WESENDONK, F. S. 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**, Curitiba/BR, v.4. n.2, p. 148-168. 2019.
- TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Ciência & Cognição**, Rio de Janeiro/BR, v.13, n.2, p.99-108. 2008.
- WESENDONK, F. S. **O uso da experimentação como recurso didático no desenvolvimento do trabalho de professores de Física do Ensino Médio**. 298 f. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Mestrado em Educação para a Ciência – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015.
- WESENDONK, F. S.; TERRAZZAN, E. A. Caracterização dos focos de estudo da produção acadêmico-científica brasileira sobre experimentação no Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis/BR, v.33, n.3, p. 779-821. 2016.
- WESENDONK, F. S.; TERRAZZAN, E. A. Condições acadêmico-profissionais para a utilização de experimentações por professores de Física do Ensino Médio. **ENCITEC – Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Santo Ângelo/BR, v.10, n.1, p. 39-55. 2020.
- TERRAZZAN, E. A. **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, 1994.

