



Experimentos Virtuais no Ensino de Física: uma pesquisa sobre a percepção dos docentes.

Thiago Nunes Cestari - IFFar - thiago.cestari@iffarroupilha.edu.br - 0000-0003-4492-5649
Patrícia Fernanda da Silva - UFRGS - patriciasilvaufrgs@gmail.com - 0000-0001-9408-0387
Márcio Gabriel dos Santos - UFRGS - phd.marcio@gmail.com - 0000-0002-5485-447X
Miguel da Camino Perez - IFRS - miguel.perez@alvorada.ifrs.edu.br - 0000-0002-9428-749X
Liane Margarida Rockenbach Tarouco - UFRGS - liane@penta.ufrgs.br - 0000-0002-5669-588X

Resumo: O ensino de Física no país enfrenta diversos desafios, o que contribui para a adoção do ensino tradicional e para este componente curricular ser preterido pelos discentes. Para alterar essa realidade, a experimentação pode ser uma estratégia. Uma alternativa viável é o uso de experimentos virtuais, dado que a maioria das escolas possui computadores para os estudantes e não possui laboratórios de Ciências. Compreender a melhor maneira de utilizar esse recurso na tentativa de qualificar o ensino é crucial para a atualidade. O presente trabalho entrevistou 116 professores de Física espalhados pelo Brasil para compreender como os experimentos virtuais devem ser utilizados visando resultar aprendizagem em suas percepções. Obteve-se como resultado que o fator principal apontado pelos docentes a necessidade dos experimentos virtuais serem fidedignos à realidade.

Palavras-chave: Ensino de Física; Experimentos Virtuais; Laboratório de Física.

Virtual Experiments on Physics Teaching: A research on teachers' perception.

Abstract: The Physics teaching in Brazil faces several challenges, this contributes with the choice of traditional teaching methods, which results in Physics being one of the least favorite school subjects, according to the students. In order to change this fact, experimentation could be a strategy. The use of virtual experiments is a viable alternative, since the majority of Brazilian schools have computers for the students to use and don't have a Science laboratory. Thus, we interviewed 116 Physics teachers of all across the country to know how virtual experiments should be used to promote Physics learning in their perception. The results show that teachers believe that the virtual experiments main factor to result into learning is the similarity to the reality.

Keywords: Physics Teaching; Virtual Experiments; Physics Lab.

1. Introdução

Este artigo apresenta os resultados parciais de uma pesquisa de doutorado, anteriores à consecução dos objetivos da tese. Foram analisados os relatos de 116 professores de Física da maioria dos estados do Brasil sobre o fator essencial para ocorrer aprendizagem em aulas que utilizem experimentos virtuais, segundo suas percepções.

Moreira (2018) afirma que a pesquisa em ensino de Física realizada no Brasil é reconhecida internacionalmente e reforça que outras atividades foram desenvolvidas por grandes professores pesquisadores e produtores de materiais instrucionais como simpósios, oficinas, projetos e livros. Mesmo com todo esse esforço, o autor ressalta que esse ensino está em crise e justifica-se pelos seguintes fatores: a baixa carga horária semanal, a falta de professores, a falta de aulas de laboratório e, por fim, a confusão que ocorre na compreensão da transdisciplinaridade que ocasiona a perda da identidade da disciplina (Moreira, 2018).

O ensino de Física centralizado unicamente na exposição oral do professor torna passiva a postura dos alunos nos processos de ensino e aprendizagem. Essa prática docente é utilizada frequentemente nas aulas de Física e é denominada como tradicional por diversos pesquisadores da área (Araujo e Mazur, 2013; Oliveira *et al.*, 2016; Dos Santos Junior, 2017; Buss e Mackedanz, 2017; Moreira, 2018).

Para Araujo e Mazur (2013, p. 363), “em termos educacionais, pesquisa após pesquisa tem mostrado os problemas de se investir quase exclusivamente na apresentação oral dos conteúdos como estratégia didática”. Destarte, o discente utiliza estratégias que tornam a aprendizagem mecânica ao ser um sujeito passivo durante o processo; portanto, o conteúdo fica distante de seu cotidiano e não proporciona mudança em sua estrutura cognitiva, resultando que os alunos, ao invés de se engajarem para aprender Física, desenvolvem uma indisposição tão grande que chegam a afirmar que “odeiam” o componente (Moreira, 2018). Silva *et al.* (2015) relatam que, seguidamente, os alunos são estimulados a memorizar teorias e equações apenas para a resolução dos exercícios que aparecerão em avaliações, ocasionando o afastamento do estudo científico.

Corroborando com Moreira (2018), Parma (2020) realizou uma pesquisa sobre os sentidos atribuídos por alunos de licenciatura em Física acerca da experimentação, no qual chegou à conclusão que essa prática vem sendo utilizada cada vez menos devido às seguintes causas: a falta de tempo devido ao excesso de conteúdos; a demasiada carga de trabalho docente; o excesso de informações sem fundamentação científica à disposição dos alunos. A utilização de experimentos pode ser uma estratégia que desperte o interesse do discente no ensino de Física, pois, segundo Tamiosso *et al.* (2020), os alunos demonstram grandes expectativas para o uso do laboratório de Ciências. Não utilizar experimentos nas aulas de Física pode tornar a aula desinteressante para estudante; Carvalho *et al.* (2019) afirmam que essa ausência promove o uso da metodologia expositiva que é focada em métodos matemáticos e conceitos.

Relativo à produção acadêmica nessa área, Wesendonk e Terrazzan (2016), realizaram um estudo para mapear os focos das produções acadêmicas brasileiras em 10 periódicos de alto impacto na área durante os anos de 2009 e 2013, no qual apenas 9% dos 147 artigos publicados remetiam à experimentação aplicada no ensino de Física, comprovando a baixa produção acadêmica na área e que caso a pesquisa fosse restrita aos experimentos virtuais, esses números seriam ainda menores. Para atualizar e especificar a pesquisa supracitada, os autores desse trabalho realizaram um Mapeamento Sistemático na Literatura nos últimos cinco anos*(2016 à 2020) em quatro bases de dados, nas quais foram inicialmente retornados 229 artigos e, após aplicação dos critérios de análise, totalizou 84 trabalhos analisados. Desse total, cerca de 35% corresponde ao uso de experimentos virtuais.

Percebe-se que há uma lacuna na literatura da área e no aproveitamento desses recursos nas aulas de Física. Especialmente neste momento que se vivencia uma pandemia, a utilização deste modo de experimentar possibilita não só uma forma do aluno realizar as experiências remotamente, garantindo a sua segurança tanto em relação à contaminação pelo vírus da COVID-19 quanto a questões de riscos associados à experimentação em si. Não obstante, sabe-se que a maioria das escolas brasileiras possui laboratório de informática, ou computador de mesa com acesso à Internet para uso dos alunos (INEP, 2021). Dessa forma, a utilização de experimentos virtuais pode ser uma alternativa ao uso de experimentos em escolas que possuem infraestrutura precária quanto aos laboratórios de Física.

*Artigo em fase de submissão

Segundo Perez *et al.* (2015), existem diversas opções de experimentos virtuais de Física disponíveis gratuitamente em forma de aplicativos para tablets e smartphones; assim, caso o professor deseje implementar a experimentação mesmo que na modalidade à distância, basta o estudante possuir um desses dispositivos. Esta facilidade é ainda maior quando se trata dos conteúdos de Cinemática, Dinâmica e Gravitação, pois, segundo os autores, são os assuntos mais abordados nesses aplicativos. Salvador *et al.* (2017) apontam a necessidade de mudança na educação básica e propõe esses objetos de aprendizagem como possível alternativa para superar as dificuldades encontradas. Na perspectiva docente, Schuhmacher *et al.* (2016) realizaram uma pesquisa sobre a percepção dos docentes no uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), na qual concluíram que os docentes acreditam nas potencialidades das TIC, mas percebem carência de competências didáticas e pedagógicas.

Com o intuito de qualificar o emprego dessas atividades nas aulas, a presente pesquisa foi realizada descritivamente para encontrar qual é o fator essencial que um experimento virtual deve possuir para que sua adoção possa resultar em aprendizagem em Física, segundo a opinião de professores do componente curricular. A pesquisa se enquadra na modalidade levantamento de campo, segundo Gil (2019), realizada de forma mista, ou seja, quali e quantitativamente. Um dos resultados encontrados foi que os professores preferem a utilização de experimentos reais; mesmo assim, acreditam que os experimentos virtuais podem resultar em aprendizagem se alguns fatores forem considerados, como verossimilhança, fácil entendimento e manipulação de múltiplas variáveis.

A estrutura do trabalho está organizada na seguinte forma: a Introdução, que apresenta as bases teóricas para o desenvolvimento da pesquisa; Delineamento da Pesquisa, o qual estrutura as etapas realizadas; Coleta e Análise dos Dados, que explicita e analisa as respostas dos professores ao questionário; Considerações Finais, em que se apresentam as conclusões, retoma-se o objetivo estipulado e aponta-se para as perspectivas futuras para o campo de estudo; Referências, onde as publicações citadas ao longo deste artigo são listadas.

2. Delineamento da Pesquisa

2.1. Objetivos

O objetivo dessa pesquisa é determinar os fatores essenciais em um experimento virtual para resultar em aprendizagem na visão de professores de Física.

2.2. Levantamento de Campo

A elaboração do questionário utilizado seguiu as etapas previstas em Gil (2019), ou seja, a partir dos objetivos as perguntas foram elaboradas. O questionário[†] é constituído por questões fechadas, abertas e dependentes. Após elaborado, passou pela etapa de pré-teste, na qual foi respondido por 5 professores da área que foram entrevistados para fins de avaliação do questionário.

Com o resultado do pré-teste e da entrevista, foi necessário adaptar a redação de algumas perguntas para torná-las mais objetivas. Além disso, foi preciso aumentar as possíveis respostas relativas à formação docente, pois muitos professores que estão ministrando aula de Física são formados em outros cursos e, também, porque foi permitida a participação de alunos de cursos superiores de licenciatura em Física que estivessem atuando em sala. Essa decisão foi tomada porque a perspectiva de licenciandos pode resultar em discrepâncias geracionais importantes.

[†]O questionário completo encontra-se no link: <https://abre.ai/questionarioartigo>.

As questões fechadas foram utilizadas em perguntas cujas respostas eram uniformizadas. As perguntas abertas foram pensadas com o intuito de aumentar as informações a serem obtidas e de deixar os entrevistados com maior liberdade para responder. Perguntas dependentes foram utilizadas em respostas binárias (sim ou não) e em outras nas quais o entrevistado deveria explicitar motivos de sua resposta.

A disponibilização do questionário foi realizada por meio de diversas plataformas, como o envio de mensagens para grupos de redes sociais que os membros são professores de Física e para os contatos pessoais dos autores do trabalho. Também, foi enviada uma solicitação por e-mail para que os coordenadores de cursos de licenciatura em Física de diversas instituições de ensino convidassem seus colegas docentes e seus alunos a participarem da pesquisa.

3. Coleta e Análise dos Dados

A coleta dos dados iniciou no dia 29 de julho de 2020 e findou no dia 9 de novembro de 2020, obtendo-se 116 respondentes cuja média de idade resultou em 37,6 anos. Desse total, 111 professores ministram aulas de Física atualmente. Analisando a Tabela 1, que demonstra o tempo de experiência docente, percebe-se que mais de 50% dos entrevistados possuem 11 ou mais anos de experiência, o que garante ampla vivência em sala de aula.

Tabela 1. Tempo de experiência docente dos respondentes.

Tempo que ministram aula	Respondentes
0 a 12 meses	8
1 a 2 anos	7
3 a 5 anos	20
6 a 10 anos	22
11 a 15 anos	22
16 a 20 anos	20
Mais que 20 anos	14

Fonte: Os autores.

Referente à formação dos respondentes, a Figura 1 demonstra que a maioria possui mestrado. A categoria “Atua como professor de Física” abrange os profissionais que não possuem formação específica na área, mas ministram aula da matéria.

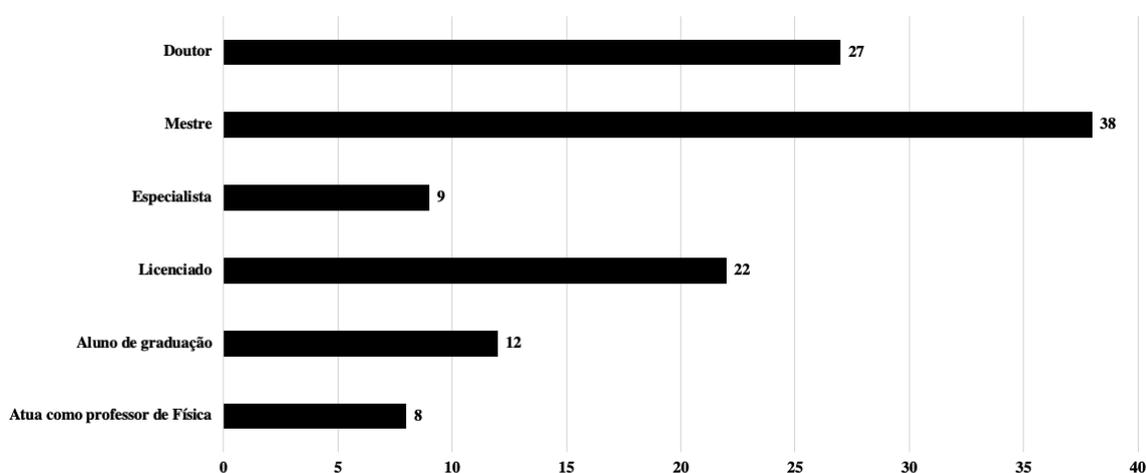


Figura 1. Gráfico que demonstra a formação dos respondentes.

Relativo ao nível de ensino, quatro docentes atuam apenas no ensino fundamental, 11 atuam no fundamental e no médio, 55 atuam apenas no ensino médio, 28 no médio e no superior, e 18 atuam apenas no ensino superior. A Figura 2 ilustra um gráfico referente às redes de ensino que os professores respondentes atuam. A rede de menor representatividade foi a municipal, com apenas três docentes.

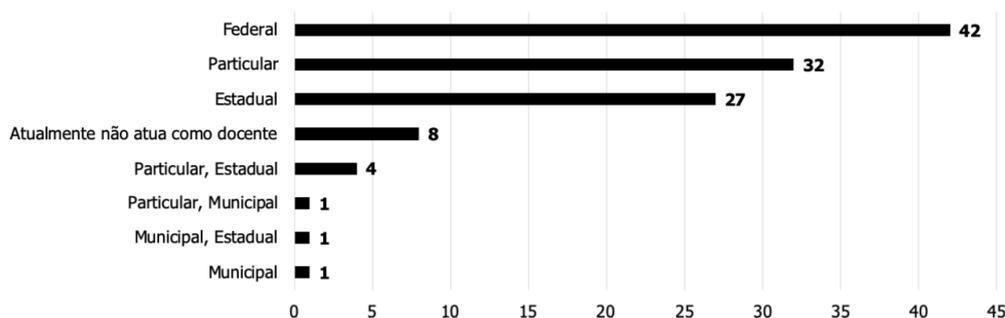


Figura 2. Gráfico que demonstra a rede de ensino que os professores atuam.

Reforçando a heterogeneidade nos dados percebida nas respostas anteriores, a Figura 3 ilustra a distribuição por unidade federativa dos respondentes, demonstrando que foi alcançado a maioria dos estados do país. Para não prejudicar a escala do gráfico, foi suprimido o estado do Rio Grande do Sul que obteve 65 respostas. Esse valor alto justifica-se por ser o estado de atuação dos autores da pesquisa.

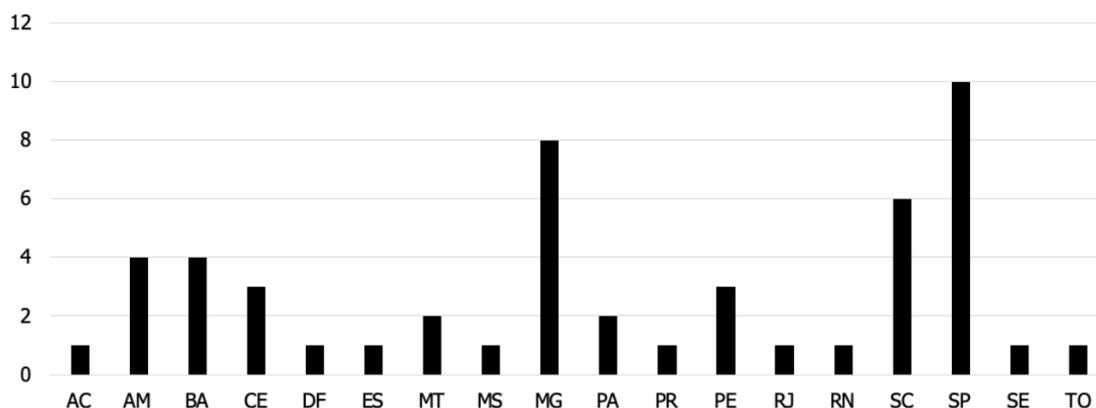


Figura 3. Gráfico que demonstra a unidade federativa de atuação.

Quanto à utilização do laboratório em suas aulas, 78 docentes afirmaram que utilizam com a seguinte distribuição de frequência mensal disposta na Tabela 2. A maioria dos docentes entrevistados utiliza laboratório com frequência relativamente alta, pois 43 docentes responderam que utilizam no mínimo duas vezes ou mais por mês.

Tabela 2. Frequência mensal de utilização do laboratório

Frequência	Respondentes
Menos de 1 vez	10
1 vez	25
2 vezes	15
3 vezes	4
4 vezes	6
Mais que 4 vezes	15
Nenhuma utilização	3

Fonte: Os autores.

Analisando a Tabela 3, que apresenta as justificativas dos docentes para o não uso do laboratório, pode-se afirmar que cerca de 70% dos docentes que não utilizam é devido à falta de estrutura nas escolas em que lecionam.

Tabela 3. Frequência das justificativas para o não uso do laboratório.

Justificativa	Respondentes
Não há laboratório	26
Falta de tempo	3
Apenas aulas online	1
Excesso de alunos nas turmas	1
Laboratório deficitário	1
Não justificaram	6

Fonte: Os autores.

Uma possível resolução para este problema seria a utilização de experimentos virtuais que são disponibilizados de forma online em repositórios como o *PhET* (<https://phet.colorado.edu/>), ou o *Physlets* (<https://www.compadre.org/physlets/>), pois segundo dados do Censo Educacional 2020 (INEP, 2021), demonstrados na Tabela 4, cerca de 80% das escolas de Ensino Médio do Brasil possuem computador de mesa para alunos. O professor poderia suprir a falta de estrutura física, tempo de montagem e a preocupação com número de alunos, com a utilização da experimentação virtual para que os próprios alunos realizem as experiências, visto que 66% das escolas possui Internet para os alunos e 75% possui Internet para ensino e aprendizagem (INEP, 2021), ou nos casos que a escola não possui esses recursos, poderia usar demonstrativamente por meio do projetor multimídia, que está presente em mais de 80% das escolas (INEP, 2021).

Tabela 4. Dados dos recursos tecnológicos presentes nas escolas de Ensino Médio no Brasil.

	Federal	Estadual	Municipal	Privada	Total
Total de escolas	599	19718	183	8433	28933
Internet (alunos)	98,00%	64,60%	46,40%	69,80%	66,69%
Internet (ensino e aprendizagem)	89,60%	72,90%	56,60%	80,60%	75,41%
Computador de mesa para alunos	99,00%	79,30%	71,60%	80,00%	79,86%
Projetor Multimídia	97,80%	80,90%	79,80%	85,30%	82,53%

Fonte: Os autores. Elaborada a partir dos dados do Censo Educacional 2020 (INEP, 2021).

De acordo com o IBGE (2019), 81% da população brasileira com 10 anos ou mais possui telefone celular para uso pessoal. Visto que os dados abrangem a idade dos estudantes de Ensino Médio, a realização de atividades com experimentos virtuais individualmente ou em dupla torna-se viável de acordo com o contexto da comunidade escolar. Dessa forma, mesmo que haja um déficit na estrutura da escola em termos da disponibilidade de computadores para uso individual dos alunos, é possível suprir a demanda por meio de aplicativos, como apontam Perez *et al.* (2015).

Ao responderem sobre o uso de atividades experimentais em aula, mas não necessariamente no laboratório, 90% dos professores utilizam em algum momento de suas aulas essa estratégia; portanto, apenas 11 docentes não utilizam atividades experimentais em aula. Desse total, quatro alegam excesso de conteúdo e consequente falta de tempo, três alegam falta de material, dois utilizam apenas simulações e dois não responderam qual motivo da não utilização.

Sobre a preferência entre a utilização de experimentos reais ou virtuais, 32 docentes preferem a primeira forma, 11 preferem a segunda, 72 utilizam ambas e apenas um docente não utiliza da experimentação em sala de aula. À vista disso, os experimentos virtuais são preteridos em relação aos reais; entretanto, 110 professores responderam que acreditam que os experimentos virtuais podem resultar em aprendizagem.

A última pergunta do questionário aplicado era aberta e indagava sobre qual era, na percepção dos professores de Física, o fator essencial para que um experimento virtual resultasse em aprendizagem. Como resultado, o fator mais citado é que o experimento virtual deve ser fidedigno com a realidade, seguido pela importância da orientação do professor e, como último destaque, que consiga despertar a curiosidade dos alunos. A Figura 4 demonstra um gráfico com a frequência das respostas que foram recebidas e separadas em categorias analíticas para ser possível a comparação entre os dados.

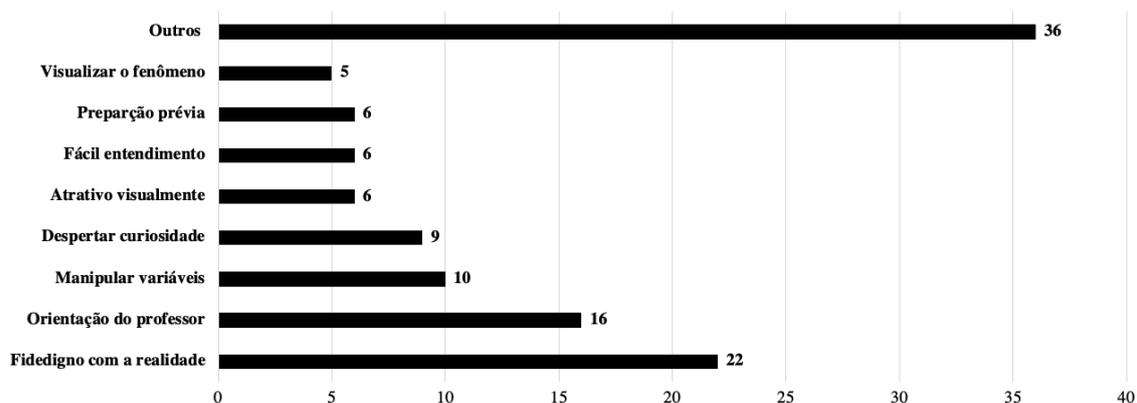


Figura 4. Gráfico que demonstra a separação em categorias analíticas das respostas referente à última pergunta.

A resposta “Outros” reúne todas as ideias que tiveram três repetições ou menos, motivo pelo qual foram unificadas em uma única categoria. Para reforçar a importância dada a verossimilhança que o experimento deve ter com a realidade serão citadas, na íntegra, algumas das respostas:

Respondente A: *O experimento deve ter maior controle das variáveis e a representação do fenômeno precisa ser bem fiel ao que acontece na prática.*

Respondente B: *Estar próximo (ou melhor) representar a realidade e oferecer recursos que possibilitem a entrada de mais variáveis e outros cenários.*

Respondente C: *Este deve ser o mais próximo possível da realidade. Tentar aproximar cada vez mais a visualização e a interação com o cotidiano e a realidade do aluno.*

4. Considerações Finais

O presente recorte evidencia a necessidade de incentivar as pessoas envolvidas no ensino de Física a refletirem sobre o uso de experimentos virtuais. A utilização é uma das possíveis mudanças capaz de alterar o fato do componente curricular ser preterido pelos estudantes. Sabe-se que boa parte das escolas brasileiras não possui laboratório de Ciências, quanto mais de Física, entretanto, possui laboratórios de informática, ou ao menos computadores com acesso à Internet. A utilização de experimentos virtuais, por conseguinte, surge como alternativa a essa realidade, fazendo com que a experimentação chegue aos alunos.

Nesta pesquisa, são apresentadas as respostas de professores que já contam com diversas experiências docentes, desde os que ainda estão na graduação até os que já ministram aulas há mais de 20 anos. A amplitude desta coleta de dados possibilitou a análise e compreensão de realidades distintas, associadas às vivências de cada professor. Dentre estas realidades, percebe-se a alta frequência de uso de laboratórios no ensino de Física, o que alimenta a esperança de modificação dos panoramas atuais desta área do conhecimento no país.

A heterogeneidade presente nos dados obtidos foi desejada, visto que o instrumento de coleta foi aplicado em participantes de diversos estados, de todos os níveis de ensino e de todos os entes da rede pública (municipal, estadual e federal) e alguns da rede privada. Fica evidente, portanto, que os dados corroboram não com uma realidade específica, mas abrangente. A maioria dos professores que não utiliza o laboratório é pela falta deste nos locais em que lecionam. Outros fatores que influenciam na não utilização são a demasiada quantidade de conteúdos, falta de tempo, excesso de alunos em sala e laboratórios deficitários. Mesmo neste cenário, 90% dos entrevistados utilizam alguma categoria de experimento em aula.

Há uma prevalência do uso de experimentos reais nas respostas dos participantes; entretanto, a maioria acredita que os experimentos virtuais podem resultar em aprendizagem, desde que as simulações sejam fidedignas com a realidade. É possível que a não adoção de experimentos virtuais, apesar da crença dos docentes em suas potencialidades esteja relacionada ao desconhecimento de repositórios, ou à insegurança dos professores com estas ferramentas. Estas questões não foram abordadas nesta pesquisa, mas apontam para a possibilidade de uma nova investigação acerca do tema.

A segunda resposta com maior frequência é que os experimentos virtuais sejam acompanhados de orientações, pois somente a interação do discente com o experimento virtual não garante a sua aprendizagem. Essa ideia pode indicar que os entrevistados têm preferência por experimentos virtuais mais granulares que, segundo Sabbatini (2012), permitem maior intencionalidade pedagógica do professor na elaboração da atividade.

Como uma das perspectivas futuras para esta pesquisa, apresenta-se a possibilidade de investigar as percepções de realidade dos participantes. Sebe-se que é impossível um experimento virtual representar a veracidade física de forma idêntica, pois se trata de uma modelagem computacional programada especificamente para demonstrar um fenômeno conforme a interpretação científica atual do mesmo. Por vezes, essa modelagem é ainda mais simplificada para fins de viabilidade de desenvolvimento das simulações, baseada na forma que o fenômeno é tratado em sala de aula. Assim, uma das questões que surge é a seguinte: A natureza do experimento virtual é adequada para o ensino de Física? A natureza do experimento virtual é adequada para o ensino de Física? A natureza do experimento virtual é adequada para o ensino de Física?

como é descrita pelos livros de Física.

Por outro lado, a utilização de experimentos virtuais propicia a realização de experiências que não seriam possíveis em um laboratório real, seja por custos de materiais, necessidade de repetição, tempo hábil para o desenvolvimento, riscos de acidentes, entre outros. Não obstante, ressalta-se que a utilização de experimentos virtuais possibilita aos usuários a extrapolação da veracidade no sentido de poder mostrar realidades físicas que não são observáveis, *e. g.* os campos gravitacionais, elétricos e magnéticos. O que pode facilitar a compreensão dos fenômenos físicos envolvidos e relacioná-los com seu cotidiano.

O cruzamento de dados para análise do perfil dos docentes conforme o estado, faixa etária, experiência docente, nível de atuação e formação acadêmica desponta para outra perspectiva de trabalho futuro; apontando evidências para melhor compreender como estes perfis utilizam os laboratórios e o que consideram ideal em um experimento virtual para resultar em aprendizagem. Adicionalmente, outras questões que fogem do escopo deste trabalho devem ser investigadas futuramente, tais como a percepção e a aprendizagem dos estudantes sobre o uso de experimentos virtuais no auxílio à compreensão de conceitos físicos trabalhados em aula.

Referências

- Araujo, I. S.; Mazur, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 30, n. 2, abr. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n2p362>).
- Buss, C.; Mackedanz, L. O ensino através de projetos como metodologia ativa de ensino e de aprendizagem. **Revista Thema**, Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, v. 14, n. 3, p. 122–131, ago. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.15536/thema.14.2017.122-131.481>).
- Carvalho, A. *et al.* Objetos digitais de aprendizagem no ensino de física básica: Um estudo de caso com simuladores virtuais em uma escola de ensino público estadual. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 3, p. 263–272, 2019.
- Dos Santos Junior, M. **Tradição, Tradicionalismo e Experimentação no Ensino de Física: Interatividade entre a Teoria e a Prática**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal do Pará, 2017.
- Gil, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. [S.l.]: Editora Atlas SA, 2019.
- IBGE, I. B. de Geografia e E. **Uso de Internet, Celular e Televisão no Brasil**. 2019. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/criancas/brasil/2697-ie-ibge-educa/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>).
- INEP, I. N. de Estudos e P. E. A. T. **Resumo Técnico: Censo da Educação Básica 2020**. Brasília - DF, 2021. 74 p. Disponível em: https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/resumo_tecnico_censo_escolar_2020.pdf).
- Moreira, M. A. Uma análise crítica do ensino de física. **Estudos Avançados**, UNIFESP (SciELO), v. 32, n. 94, p. 73–80, dez. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>).
- Oliveira, T. E. de; Araujo, I. S.; Veit, E. A. Aprendizagem baseada em equipes (team-based learning): um método ativo para o ensino de física. **Caderno**

- Brasileiro de Ensino de Física**, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 33, n. 3, p. 962, dez. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p962>.
- Parma, F. W. **Sentidos atribuídos por licenciandos de Física sobre o papel da experimentação em atividades de estágios de regência**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista UNESP, 2020.
- Perez, M. da C.; Viali, L.; Lahm, R. A. Aplicativos para tablets e smartphones no ensino de física. **Revista Ciências & Ideias**, v. 7, n. 1, p. 154–173, 2015.
- Sabbatini, M. Reflexões críticas sobre o conceito de objeto de aprendizagem aplicado ao ensino de ciências e matemática. **EM TEIA— Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana**, v. 3, n. 3, 2012.
- Salvador, V. F. e; Gessinger, R. M.; Lagreca, M. D. C. B. **Físic@ virtu@l: ambiente moodle de objetos de aprendizagem de física como ferramenta auxiliar nos estudos dos alunos**. **RENOTE**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 15, n. 1, jul. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.22456/1679-1916.75109>.
- Schuhmacher, V. R. N.; Schuhmacher, E.; Oliveira, L. R. M.; Coutinho, C. P. A percepção do professor sobre suas competências em tecnologias da informação e comunicação. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 14, n. 1, 2016.
- Silva, B. V. da C.; Ataíde, M. C. E. S.; Venceslau, T. K. O. da S. **Tirinhas em Sala de Aula: O que sabem os futuros professores de física?** **HOLOS**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), v. 3, p. 204, jul. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2015.832>.
- Tamiosso, R. T.; Luz, F. M. D.; Costa, D. K. D.; Pigatto, A. G. S. Expectativas de estudantes da educação básica quanto a utilização do laboratório de ciências. **Revista Thema**, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, v. 16, n. 4, p. 956–968, jan. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15536/thema.v16.2019.956-968.1584>.
- 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**, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 33, n. 3, p. 779, dez. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2016v33n3p779>.