

PRÁTICAS EXPERIMENTAIS DE FÍSICA A DISTÂNCIA: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA SOBRE O ENSINO REMOTO DE ENERGIA MECÂNICA

NON PRESENTIAL PHYSICS PRACTICES: AN EXPLORATORY ANALYSIS ABOUT REMOTE TEACHING OF MECHANICS ENERGY

Leonardo Testoni¹, Iago Tahan², Marco Antonio Lira³, Claudinei Jacobucci⁴, Arthur Biasotto⁵

¹Universidade Federal de São Paulo/ PPG Ens. de Ciências e Matemática/
leonardo.testoni@unifesp.br

²Universidade de São Paulo/ IF USP/ Instituto Parthenon/ itahan@usp.br

³Universidade de São Paulo/ IME USP/ Instituto Parthenon/ marcoantonio.lira@usp.br

⁴Universidade de São Paulo/ IME USP/ Instituto Parthenon/ claudinei.jacobucci@usp.br

⁵Universidade de São Paulo/ IF USP/ Instituto Parthenon/ arthurbiasotto@usp.br

Resumo

A experimentação tem sua importância consolidada no ensino de Física. Devido à pandemia de COVID-19, a necessidade emergencial da adaptação das aulas presenciais para o meio remoto tornou-se uma realidade e, nesse cenário, torna-se importante problematizar o formato das aulas experimentais no novo contexto. Desse modo, faz-se urgente abrir formas de diálogo entre a experimentação e o ensino a distância. À luz de elementos da teoria vigotskiana, a pesquisa em tela, inserida dentro de um projeto maior que aborda o ensino de ciências na pandemia, propõe a análise (ainda que exploratória, face à recenticidade dos fatos) de aulas experimentais remotas, com alunos do primeiro ano do ensino médio, abordando a temática sobre o coeficiente de restituição energética. Baseando-se na literatura da área, a dinâmica proposta buscava incentivar a colaboração entre os alunos para o avanço mútuo, por meio da Zona de Desenvolvimento Proximal, tal qual como amplamente validado em metodologias presenciais. Os resultados nos remetem a uma boa aceitação e envolvimento por parte dos alunos, em uma perspectiva individual, entretanto a interação interpessoal demonstrou-se mínima, limitando-se a diálogos entre professor e um aluno. Dito isso, é evidente que o modelo e ferramentas utilizados para a aula não cumpriram o objetivo de adaptar a vivência de uma aula prática para o ambiente remoto. Assim, é preciso repensar o papel das aulas com experimentos no ensino on-line, buscando continuar o desenvolvimento de uma metodologia digital efetiva para o ensino remoto da física experimental.

Palavras-chave: Ensino Remoto, Pandemia, COVID-19, Física Experimental.

Abstract

Experimentation has its importance consolidated in the teaching of Physics. Due to the COVID-19 pandemic, the emergencial need to adapt face-to-face classes to the remote environment has become a reality and, in this scenario, it is important to

problematize the format of experimental classes in the new context. Thus, there is an urgent need to open forms of dialogue between experimentation and distance learning. In the light of elements of Vygotskian theory, the research on screen proposes the analysis (although exploratory, given the recentness of the facts) of remote experimental classes, with first-year high school students, addressing the theme of the energy refund coefficient. Based on the literature of the area, the proposed dynamic sought to encourage collaboration between students for mutual advancement, through the Zone of Proximal Development, as fully validated in face-to-face methodologies. The results revealed, in an individual perspective, a good acceptance and involvement of the students, however the interpersonal interaction was shown to be minimal, limited to dialogues between teacher and a student only. That said, it is clear that the model and tools used for the class did not fulfill the objective of adapting the experience of a practical class to the remote environment. Thus, it is necessary to rethink the role of experimental classes in online teaching, seeking to continue the development of an effective digital methodology for the remote teaching of experimental physics.

Keywords: Remote Education, Pandemic, COVID-19, Experimental Physics.

Introdução

O início de 2020 trouxe, em contexto global, uma situação atípica causada pela pandemia de COVID-19, que se alastrou pelos continentes, exigindo a tomada de medidas duras, como o distanciamento social, com o intuito de desacelerar a propagação do vírus. No campo educacional, o impacto foi duro e imediato, com escolas e universidades migrando suas aulas presenciais para plataformas digitais em um prazo exíguo, sem a possibilidade de discussão de um planejamento adequado, para que professores e estudantes se apropriassem da nova metodologia (OLIVEIRA; SOUZA, 2020).

Diante do quadro exposto, é fundamental analisar o processo de ensino-aprendizagem nessa nova configuração pedagógica dada. Mais precisamente, é preciso compreender as novas formas de relação aluno-professor surgidas, que, face à emergência sanitária instalada, não permitiu planejamentos didáticos adequados por parte das instituições de ensino. Tal fato, na maior parte das vezes, fez com que as aulas presenciais, validadas pelos docentes como propícias à aprendizagem, fossem transpostas para os meios digitais, supondo-se uma igual validação (SOUZA, 2020).

Ainda nessa linha, de acordo com Malanchen (2015), o ensino a distância traria uma pretensa democratização dos processos pedagógicos, possibilitando um alcance maior de alunos. Entretanto, a própria autora elenca as ressalvas de tal prática, como o interesse político-econômico em desestruturar direitos docentes, além de uma pretensa ilusão de que tal forma de ensino basear-se-ia, simplesmente, em reproduzir no formato on-line, as mesmas aulas ministradas no formato presencial.

Desse modo, o presente trabalho encontra-se inserido de um projeto maior de universidades públicas paulistas, que abordam o ensino de Ciências na pandemia. Focando na temática específica do ensino de Física, buscou-se investigar um recorte

do contexto apresentado, analisando (ainda que de forma exploratória, face à recenticidade dos fatos) a problemática das aulas experimentais de Física a distância. De forma mais detalhada, a equipe de pesquisadores traz ao presente artigo, respostas preliminares para o questionamento: quais são as dificuldades e potencialidades da implementação de aulas práticas de Física, no formato remoto?

Ensino remoto emergencial e práticas de Física: alguns aportes teóricos

Em uma primeira análise, é importante ressaltar a importância do desenvolvimento da Ensino a Distância (EaD), para um mundo onde o tempo parece definir e os trajetos dentro das grandes cidades demandam um custo elevado. Hodges et al. (2020) corrobora com as vantagens do EaD na pós-modernidade, entretanto, os autores ressaltam que um verdadeiro Ensino a Distância foi planejado para tal, estabelecendo-se um fluxo, continuidade e metodologias pensadas exclusivamente para tal formato. Entretanto, segundo os mesmos autores, a atual situação mundial de pandemia fez com que o processo de migração para o formato on-line não tivesse tal cuidado no preparo:

A educação on-line, incluindo ensino e aprendizagem on-line, é estudada há décadas. Numerosos estudos de pesquisa, teorias, modelos, padrões e critérios de avaliação se concentram na aprendizagem on-line de qualidade, no ensino on-line e no design do curso on-line [...] Ao contrário das experiências planejadas desde o início e projetadas para serem on-line, o ensino remoto à emergência (ERT) é uma mudança temporária da entrega de instruções para um modo de entrega alternativo devido a circunstâncias de crise. Envolve o uso de soluções de ensino totalmente remotas para instrução ou educação que, de outra forma, seriam ministradas pessoalmente ou como cursos combinados ou híbridos e que retornarão a esse formato assim que a crise ou emergência tiver diminuído. (HODGES et al., 2020, p.2).

Assim, é importante ressaltar que, na visão da pesquisa aqui apresentada, abordaremos a situação atual como Ensino Remoto Emergencial, dadas as condições iniciais de planejamento insuficiente do formato não presencial proposto. Em convergência com Hodges (ibidem), a análise da situação atual é de suma importância, haja vista que “[...] a tentação de comparar o aprendizado on-line com o ensino presencial nessas circunstâncias será grande[...]”, e propostas futuras de se manter algumas atividades no formato remoto, requerem investigação adequada sobre o processo de aprendizagem.

Seguindo essa linha de pensamento, a Física, enquanto ciência, tem seu desenvolvimento apoiado em resultados experimentais e, seu ensino, portanto, deve trazer tais métodos aos estudantes, tornando-se uma importante estratégia didática (FORÇA et al., 2017). Laburú (2005) já refletia sobre a importância de se inserir experimentos no ensino de Física, categorizando-os em diversas funções pedagógicas, como aumentar interesse dos alunos, efetuar montagem de aparatos, facilitar a compreensão da teoria e, finalmente, propiciar uma visão mais fiel da natureza das ciências, bem como a construção do conhecimento científico.

Em convergência com Laburú (ibidem), Hodson (1994) defende os trabalhos experimentais como uma possibilidade de tornar os alunos ativos no processo de

ensino, não necessitando de modelos, laboratórios ou aparelhagens sofisticadas, sendo importante a organização, discussão e reflexão sobre as etapas da experiência, o que propicia interpretar os fenômenos físicos a partir de trocas entre os estudantes durante a aula.

De fato, a realização de experimentos didáticos (principalmente em um viés epistemológico) encontra-se alicerçada, também, na possibilidade que o ambiente experimental propicia no tocante à discussão entre os alunos na procura de validação de suas hipóteses, bem como na proposição de modelos científicos. Tal visão nos é fundamentada em Vigotski (2007), quando este retrata a importância da interação social no desenvolvimento cognitivo.

Vigotski (ibidem) nos permite inferir que a relação interpessoal é fundamental no processo de aprendizagem, haja vista que, a partir dessa interação, indivíduos do grupo mais capacitados, podem impulsionar os demais a alcançar patamares cognitivos que não seriam alcançados individualmente, caracterizando tal distância como Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)¹.

Diante do exposto, buscou-se tornar evidente a necessidade de aulas experimentais para um ensino de Física coerente com a própria natureza científica. Além de propiciar esse conhecimento da construção das Ciências, a realização de aulas práticas busca nutrir as discussões interpessoais, fator este necessário para que os alunos alcancem níveis mais elevados de aprendizagem. Seguindo tal linha, na sequência, apresentaremos a metodologia utilizada na investigação.

Metodologia

A pesquisa foi realizada com uma turma de alunos da 1ª série do Ensino Médio. Os estudantes foram reunidos em uma plataforma digital (Google Meet), onde participaram de uma aula experimental de Física, que versava sobre o coeficiente de restituição energética. Em um primeiro momento, os estudantes receberam um questionário inicial on-line para responder, abordando questões dissertativas acerca de concepções espontâneas sobre energia e energia mecânica.

Em ato contínuo, o professor responsável buscou conduzir a aula em um viés epistemológico (HODSON, 1994), focando na construção dos conceitos físicos envolvidos em um ambiente investigativo de aprendizagem. Resumidamente, após o docente questionar os estudantes sobre transformações energéticas, o experimento apresentado consistia que cada aluno se abandona um objeto² a partir de uma altura determinada (H_0) e estimasse a perda de energia mecânica após o impacto contra o piso (vide Figura 1). Durante todo esse processo, os discentes foram encorajados a interagir por seus microfones, vídeo e por mensagens escritas (chat).

¹ Distância entre o nível de desenvolvimento atual, considerando a resolução individual de um problema e o nível de desenvolvimento potencial, com o auxílio de um parceiro mais capaz (Vigotski, 1978, p.86, tradução nossa).

² Solicitou-se, previamente, que os alunos providenciassem um objeto que quicasse, ao chocar-se contra o piso. A maior parte dos estudantes optou por usar borrachas escolares.

Após a realização do experimento, o docente responsável pede para que os alunos, espontaneamente, exponham as soluções encontradas para a estimativa da energia mecânica perdida. Finalmente, solicita-se que os discentes respondam a um questionário final on-line, que também abordava questões envolvendo transformações energéticas em sistemas não conservativos, buscando-se delinear indícios de evolução conceitual no tocante à temática abordada.

Com o intuito de mapear e aprofundar as percepções discentes sobre a atividade desenvolvida, realizou-se entrevistas semiestruturadas (ANDRÉ, 2013) com 20% dos sujeitos da pesquisa.

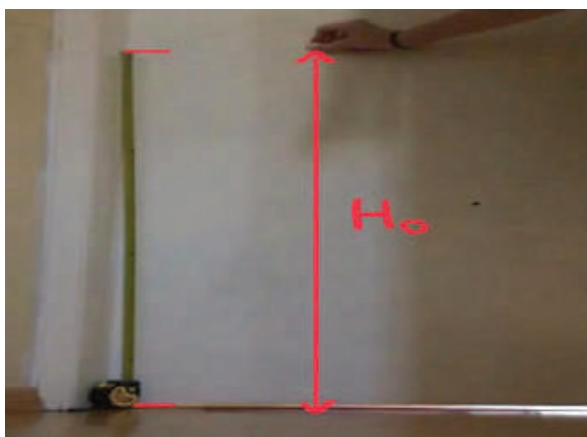


Figura 1 - Esquema experimental proposto

Ao conduzir a pesquisa com base em uma compreensão qualitativa do comportamento, do desenvolvimento, da interação e da participação dos alunos (ANDRÉ, ibidem), buscou-se apoio metodológico na Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011), como:

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 47).

Dessa forma, focou-se na organização das respostas e falas dos estudantes, obtidos nos questionários, observação da aula e entrevistas, em episódios de interesse acadêmico (TESTONI; ABIB 2014), para posterior análise, como observado a seguir.

Análise dos Resultados

No questionário inicial, composto por duas situações que envolviam a transformação de energia, os alunos demonstraram conhecimento sobre a conversão de energia elétrica em mecânica, como evidenciado nos excertos abaixo:

Aluno 1: Transformação da energia elétrica da tomada em energia cinética para movimentar as hélices do liquidificador.

Aluno 2: Uma parte da energia elétrica que chega até minha casa é transformada em energia mecânica para que a "hélice" do liquidificador consiga girar.

Aluno 3: A energia elétrica proveniente da tomada se transforma em energia mecânica através do motor presente dentro do eletrodoméstico. Uma parte é perdida em forma de energia térmica.

Aluno 8: Para o funcionamento desse eletrodoméstico é necessária a energia elétrica, transferida em energia cinética.

Entretanto, ao apresentar aos estudantes uma situação que envolvia um sistema com perda de energia mecânica (pêndulo simples), os mesmos têm dificuldade em identificar a transformação energética, utilizando termos como “força” e “velocidade”, diferentemente da primeira situação

Aluno 1: O pêndulo não atingirá o professor, pois durante o movimento que o pêndulo fez ele perdeu força.

Aluno 2: O pêndulo se movimenta para frente e volta logo em seguida sem atingi-lo, pois perdeu velocidade por causa do atrito que sofreu com o ar em seu percurso.

Aluno 8: O pêndulo não acertará o professor, uma vez que no processo da trajetória do pêndulo ele não ganhará energia cinética

Em nossa visão, as ideias acima convergem com as concepções espontâneas já delineadas pela literatura do ensino de Física (ASSIS; TEIXEIRA, 2003), onde a transformação energética é vista como um ganho de energia no sistema, o que dificulta a aprendizagem do conceito. Tal fato nos é corroborado por episódios de interesse acadêmico (TESTONI; ABIB, 2014) extraídos da observação das aulas, como demonstrado a seguir:

Aluno 2: [...] existe um aumento da energia do automóvel, pois a energia química do combustível é menor do que a energia mecânica do carro.

Aluno 5: [...] se ele (o automóvel freando) está perdendo energia cinética, ele ganhará energia potencial gravitacional.

O docente responsável pela condução do experimento, buscou uma abordagem epistemológica (HODSON, 1994) com viés investigativo, preocupando-se em problematizar a situação trabalhada, promovendo a construção do conhecimento científico por parte dos discentes. Quando da proposição aos estudantes para que estimassem a perda de energia mecânica, após o impacto de um corpo com o piso, pretendia-se que os mesmos discutissem entre si sobre formas possíveis de resolução do problema. Porém, os dados analisados nos permitem inferir acerca de uma comunicação interpessoal nula entre os discentes; quando muito, ocorriam raras manifestações de dúvidas com o docente.

O comportamento acima citado fica evidente, quando se analisa o conteúdo das entrevistas com os estudantes. A seguir, é possível observar algumas justificativas da falta de interação entre eles.

Aluno 1: [...] eu acho que muitos alunos ficaram com vergonha de falar durante a aula on-line, pois todos estavam escutando o que era falado, diferente da aula normal [presencial].

Aluno 8: [...] eu me sinto muito à vontade de falar com o aluno 6, mas mesmo assim eu tinha você (docente) para tirar minhas dúvidas.

Os excertos acima evidenciam uma especificidade da aula remota planejada, pois, ao contrário de nossas hipóteses iniciais, o ambiente virtual, da forma como proposto, não contribuiu para o debate entre os discentes. Tal fato inibiu a comunicação interpessoal e pode prejudicar potenciais evoluções conceituais, no tocante à Zona de Desenvolvimento Proximal (VIGOTSKI, 2007).

Apesar do questionário final nos apontar para uma compreensão melhor do conceito de transformação da energia mecânica, também observou-se erros conceituais e ausências de respostas sobre tal conteúdo, o que permitiu-nos considerar que a ausência de discussão entre os estudantes, para a realização do experimento, foi fundamental no processo, não corroborando com uma aprendizagem mais significativa, possibilitando troca de conhecimentos e evolução para níveis cognitivos mais elevados, na linha do pensamento vigotskiano (VIGOTSKI, *ibidem*).

Considerações Finais

A experimentação é parte integrante do ensino de Física, haja vista esta ser uma ciência pautada na observação e interpretação dos fenômenos naturais. Sugere-se que o planejamento de um experimento, em nível didático, aproxima-se de uma abordagem epistemológica (HODSON, 1994), em que o discente, como ator ativo do processo de ensino-aprendizagem é capaz de (re)construir o trajeto científico.

Em tal processo, é fundamental a interação entre os pares, para que ideias possam ser socializadas e validadas pelo grupo, tal qual ocorre na comunidade científica. Dessa forma, alicerçados em Vigotski (2007), defende-se que a prática experimental deve, além de observar e interpretar os fenômenos, propiciar o debate frutífero de ideias e modelos para resolução das hipóteses e problemas propostos.

Assim, devido à tal importância, a investigação aqui apresentada se propôs, em um contexto de pandemia, a inserir práticas experimentais a distância, similares às presenciais, para alunos do ensino médio, onde estes reproduziram o experimento em seus locais de isolamento. A atividade, proposta em um viés epistemológico e investigativo, resultou em uma análise, que nos permitiu inferir acerca da não comunicação entre os estudantes, quando da interação na plataforma digital utilizada. Apesar dos estudantes terem se mostrado motivados para a montagem do aparato experimental, as discussões não ocorreram, provavelmente, face à exposição dos discentes promovida pelo formato remoto, que torna qualquer dúvida publicizada para toda a turma, diferente de um formato presencial, em que os estudantes poderiam discutir em pequenos grupos.

Conforme nos aponta Vigotski (2007), a comunicação interpessoal entre alunos é de suma importância para a existência de Zonas de Desenvolvimento Proximal (ZDP), para que o processo de aprendizagem ocorra de forma mais significativa. Nessa linha, tais discussões são fundamentais para o desenvolvimento de esquemas cognitivos mais complexos e profundos. O presente trabalho buscou, portanto, atentar para transposições integrais de metodologias presenciais para o formato digital. Ainda, sugere-se que os pesquisadores da área pensem com profundidade nesse ponto, trazendo soluções mais efetivas para a experimentação no ensino remoto.

Referências

- ANDRÉ, Marli. **Etnografia da prática escolar**. Papirus editora, 2013.
- ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. Algumas considerações sobre o ensino e a aprendizagem do conceito de energia. **Ciênc. educ.(Bauru)**, p. 41-52, 2003.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70. 2011.
- FORÇA, Ana Claudia; LABURÚ, Carlos Eduardo; DA SILVA, O. H. M. Atividades experimentais no ensino de física: teoria e práticas. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 7, 2011.
- HODGES, Charles et al. The difference between emergency remote teaching and online learning. **EDUCAUSE Review**. 2020.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, 12, 3, 299-313, 1994.
- LABURÚ, C. E. Seleção de experimentos de física no ensino médio: uma investigação a partir da fala dos professores. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 2, 2005.
- OLIVEIRA, Hudson do Vale; SOUZA, Francimeire Sales. REFLEXÕES EDUCACIONAIS EM TEMPOS DE PANDEMIA (COVID-19). **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 2, n. 5, p. 15-24, 2020.
- SOUZA, Andrea Harada. TRABALHO DOCENTE E ENSINO A DISTÂNCIA EM ESCOLAS PRIVADAS. **Le Monde Diplomatique**. 2020.
- VIGOTSKI, Lev. **Mnd in Society - The Development of Higher Psychological Processes**. Cabridge: Harvard University Press. 1978.
- TESTONI, L.A. ABIB, M.L. **Caminhos Criativos na Formação Inicial do Professor de Física**. Paco Editora. 2014.