

# A UTILIZAÇÃO REMOTA DO PHET COMO INSTRUMENTO FACILITADOR DO ENSINO-APRENDIZAGEM DA LEI DE HOOKE

Iorrane Nobre de Holanda<sup>1</sup>  
Francisco Ernandes Matos Costa<sup>2</sup>

## RESUMO

Discutimos a implementação remota de uma proposta pedagógica para o ensino-aprendizagem da lei de Hooke, utilizando o simulador de massas e molas do PhET. Planejamos e aplicamos uma sequência didática interativa como metodologia de ensino, pois ela oferece oportunidades maiores de interação e sistematização do conteúdo. A pesquisa foi desenvolvida com dezoito discentes das disciplinas de mecânica clássica e ondas e termodinâmica do curso de ciência e tecnologia de uma universidade no Rio Grande do Norte. Como instrumento de coleta de dados utilizamos um questionário com perguntas abertas. A análise dos dados obtidos inicialmente mostra que os discentes apresentam grandes dificuldades em conceitos elementares de mecânica. Durante o processo interventivo observamos nos discentes: maior interação nas aulas remotas, troca de conhecimentos entre eles e o desenvolvimento de trabalho cooperativo. O que mostra que as simulações computacionais são ferramentas potencializadoras do ensino remoto.

**Palavras-chave:** Ensino remoto; Simuladores computacionais; Sequência didática.

## ABSTRACT

We discuss the remote implementation of a pedagogical proposal for teaching-learning Hooke's law, using the mass and spring simulator of PhET. We plan and apply an interactive didactic sequence as a teaching methodology, as it offers greater opportunities for interaction and systematization of the content. The research was carried out with eighteen students from the disciplines of classical mechanics and waves and thermodynamics from the science and technology course of a university in Rio Grande do Norte. As a data collection instrument, we used a questionnaire with open questions. The analysis of the data obtained initially shows that students have great difficulties in elementary concepts of mechanics. During the intervention process, we observed in the students: greater interaction in remote classes, exchange of knowledge between them and the development of cooperative work. Which shows that computer simulations are tools that enhance remote learning.

**Keywords:** Remote teaching. Computer simulators. Didactic sequence.

## Disponibilidade

(<https://www.fvj.br/revista/revista-educacao-e-linguagem/edicoes/2021-3/>, Educação & Linguagem · ISSN: 2359-277X · ano 8 · nº 3 · SET-DEZ. p. 39 – 50. 2021).

---

<sup>1</sup> Graduanda em Engenharia de Computação pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA. Mestra em Ensino pela Universidade Estadual do Rio Grande do Norte – UERN. E-mail: [iorrane.holanda@ufersa.alunos.edu.br](mailto:iorrane.holanda@ufersa.alunos.edu.br)

<sup>2</sup> Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido/ UFERSA de Pau dos Ferros/RN. Doutor em Astronomia pelo Observatório Nacional/MCTI. CV: <http://lattes.cnpq.br/5699084725652082> E-mail: [ernandesmatos@ufersa.edu.br](mailto:ernandesmatos@ufersa.edu.br).

## 1 INTRODUÇÃO

No início da pandemia de COVID-19, foi publicado no Diário Oficial da União a Portaria Nº 343, que dispõe sobre a substituição das aulas presenciais no ensino superior por aulas remotas apoiadas em tecnologias (BRASIL, 2020). Após a publicação dessa portaria, as instituições de ensino precisaram se planejar para implementarem o ensino remoto, em um curto tempo, e darem continuidade as atividades de ensino.

As discussões sobre o processo de ensino-aprendizagem se tornam ainda mais preocupantes quando colocamos em perspectiva o ensino remoto. O contexto que ainda estamos vivenciando coloca em voga a necessidade de ponderar acerca das práticas pedagógicas a fim de minimizar os problemas na esfera educacional, tendo em conta que em muitos casos a educação não é significativa em uma conjuntura normal colocando assim mais dúvidas sobre a eficiência de um modelo de ensino completamente remoto.

Cerqueira (2020) evidencia, em seu estudo sobre o plano de ensino adotado pela Universidade Federal do ABC, que é necessário levar em consideração pontos como a interação, a saúde emocional da comunidade acadêmica, tempo e a qualidade do ensino. A interação é um ponto de forte impacto em diversas áreas do ensino, são diversas as disciplinas que fluem melhor quando há interação entre seus participantes. A necessidade dessa relação, como bem destaca o autor, não é facilmente alcançada com a utilização de tecnologias.

Discussões sobre a prática pedagógica, a interação em ambientes virtuais de aprendizagem e a qualidade do ensino estão presentes em todas as áreas da educação e se tornam bem evidentes na área das ciências onde as disciplinas trabalhadas são, por vezes, mais abstratas do que concretas. Com relação a física, cujo estudo é de grande importância para estabelecer no aluno uma educação científica, observa-se um leque de dificuldades que o professor encontra ao abordar os conteúdos dessa área como, por exemplo, o bloqueio que muitos alunos têm em relacionar o conteúdo com a realidade vivenciada no seu dia a dia.

O ensino tradicional, normalmente adotado pelos professores da área, que mais estimula a memorização por meio da exposição de conceitos e fórmulas, pouco auxilia em despertar no aluno a curiosidade de fazer novas descobertas e assim

aprender. Todas essas adversidades relacionadas ao ensino de física ganham novas dimensões quando colocamos junto as questões sobre o ensino remoto.

Uma ferramenta que pode tornar o ensino, em particular o remoto, mais dinâmico são as simulações computacionais. Diferentemente de um laboratório físico, as simulações computacionais são recursos acessíveis aos diversos níveis de ensino. Os simuladores têm se tornado uma boa alternativa quando se busca potencializar o ensino de alguma disciplina por ter uma boa aceitabilidade por parte dos alunos e por serem ferramentas de fácil manipulação. No cenário atual, onde os laboratórios se encontram fechados, os simuladores se tornaram imprescindíveis, principalmente no que concerne ao ensino de física, por todas as vantagens já mencionadas e por se adequarem bem ao ensino remoto.

Consoante com tudo já mencionado, esta pesquisa foi estruturada com objetivo de aferir o impacto que uma sequência didática interativa (SDI) elaborada pode propiciar na aprendizagem dos sujeitos investigados, especialmente pela utilização de um simulador computacional voltado para o cálculo da constante elástica de uma mola. Possui também a finalidade de despertar nos alunos participantes da pesquisa a capacidade investigativa e questionadora ao propor a elaboração de um modelo experimental para determinar a densidade de um fluido que agregue a utilização de um sistema massa-mola e o princípio de Arquimedes. Como objetivo secundário, mas não menos importante, promover uma interação maior entre os discentes, que devido a pandemia assistem aulas remotamente, assim como possibilitar essa interação e comunicação entre os discentes e o professor.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A utilização de recursos tecnológicos no ensino de física**

A tecnologia está presente no nosso cotidiano e é cada vez mais comum observarmos a utilização de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) como ferramentas auxiliares no processo de ensino-aprendizagem das ciências, proporcionando situações de aprendizagem mais motivadoras. Para Souza

e Gonçalves (2019) aprender se tornou um processo ativo e facilitado pelo uso das tecnologias, de modo que a interação, o dinamismo e a motivação se tornam evidentes em modelos de ensino que adotam o uso de tecnologias.

A utilização de recursos tecnológicos no contexto educacional vem ganhando espaço, como demonstra as revisões sistemáticas realizadas por Costa (2017) e Silva e Mercado (2019). A utilização de recursos como as simulações computacionais vem sendo adotadas por serem recursos relativamente fáceis de manipular e por serem acessíveis, sendo amplamente utilizadas no ensino a distância e em instituições que não possuem laboratórios físicos.

Dessa forma, os softwares que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem de ciências, e em particular de física, estão cada vez mais se inserindo no ambiente da sala de aula, por facilitar compreensão dos conceitos trabalhados. Os softwares com recursos educacionais possibilitam aos alunos uma visualização da teoria estudada por meio de uma ferramenta dinâmica, facilitando assim a aprendizagem. Neste sentido, os softwares com recursos educacionais, que podem ser acessados livremente, como é o caso do *PhET Interactive Simulations* surgem como alternativas metodológicas para o ensino de ciências.

## 2.2 PhET Interactive Simulations

O *PhET Interactive Simulations* constitui um projeto de recursos educacionais abertos e sem fins lucrativos. Foi desenvolvido a partir de 2002 na Universidade do Colorado Boulder com o intuito de promover simulações interativas e gratuitas nas áreas de física, química, matemática, biologia e ciências. O PhET apresenta uma interface interativa e de fácil utilização, que pode ser acessada por dispositivos com acesso à internet, como computadores ou *smartphones*. As simulações estão disponíveis *on-line* e algumas também possuem a versão Java para *download*, sendo possível sua utilização *off-line*.

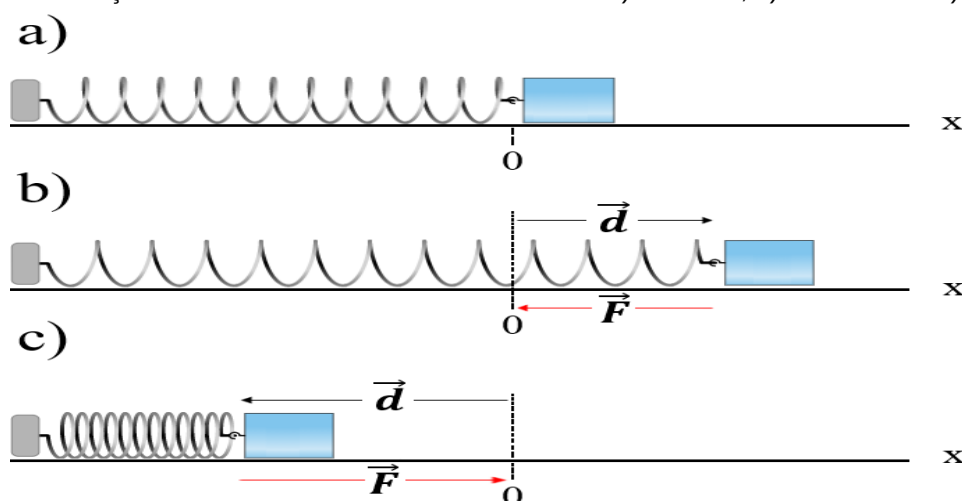
Neste estudo, utilizamos o simulador Massas e Molas do PhET, que possibilita trabalhar conteúdos como a lei de Hooke. Outras pesquisas na literatura também têm utilizado simuladores computacionais como ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, em particular, podemos citar: Feitosa e Lavor (2020) que utilizaram o *PhET Interactive Simulations* como parte de uma sequência de ensino investigativa (SEI) para trabalhar circuitos elétricos; Machado e Cruz

(2020), que apresenta a possibilidade de utilizar o *PhET Interactive Simulations*, para analisar o decaimento de um material radioativo, voltado ao ensino a distância; Andrade, Buffon e Scarpato Junior (2018) utilizaram o simulador *EveryCircuit* em uma abordagem de ensino investigativa sobre circuitos elétricos; Aquino e Lavor (2020) utilizaram um aplicativo que simula instalações elétricas residenciais como parte de uma sequência didática (SD) observando contribuições positivas tanto na eficiência da SD quanto no desenvolvimento de habilidades básicas na elaboração de projetos elétricos residenciais.

### 2.3 Lei de Hooke

A figura 1 mostra um bloco de massa  $m$  preso a extremidade livre de uma mola. Na figura 1 a), a mola encontra-se no estado relaxado, de forma que não exerce força sobre o bloco de massa  $m$ . Se o bloco for puxado para a direita, ocasionando uma distensão na mola, como observado na figura 1 b), a mola passa a exercer uma força elástica ou restauradora,  $\vec{F}$ , para a esquerda. De forma análoga, se a mola for comprimida, ou seja, o bloco for deslocado para a esquerda, como mostrado na figura 1 c), a mola passa a exercer uma força elástica sobre o bloco empurrando-o para a direita.

Figura 1 - Ilustração do sistema massa-mola nos estados: a) relaxado, b) distendido e c) comprimido.



Fonte: Adaptada de Halliday, Resnick e Walker (2018).

Nas situações b) e c) da figura 1 nota-se que a força elástica é sempre contrária ao deslocamento  $\vec{d}$  efetuado pelo bloco. Para pequenos deslocamentos, pode-se considerar que

$$\vec{F} = -k\vec{d},$$

onde o sinal negativo indica que o sentido da força elástica é sempre oposto ao deslocamento sofrido pelo corpo e  $k$  é a constante elástica, que caracteriza a rigidez da mola. Quanto maior o valor de  $k$  mais rígida é a mola, isto significa que maior é a força que deve ser feita para distender ou comprimir a mola de um comprimento  $d$ . A equação anterior é conhecida como lei de Hooke.

## 2.4 Sequência Didática Interativa

Para Oliveira (2011, p. 238), a sequência didática interativa é um processo interativo no ensino-aprendizagem, que facilita a integração entre docentes e educandos, visando à construção e sistematização de um novo conhecimento. É um processo interativo e dialético que aprecia as noções individuais de cada participante sobre a temática envolvida (SILVA; OLIVEIRA, 2016).

A SDI comporta-se como uma dinâmica de grupo organizada em três passos básicos: No primeiro passo, cada componente do grupo recebe uma ficha onde o deve escrever o que entende sobre o tema dado pelo professor. Após cada aluno escrever o que entende, é elaborada uma única síntese a partir dos textos criados individualmente por cada componente do grupo. No segundo passo, cada grupo deve eleger um representante para compor um novo grupo, o grupo de líderes. O terceiro passo consiste na elaboração de uma síntese final, organizada pelo grupo de líderes, tomando como base as sínteses criadas pelos grupos no primeiro passo. Tendo essas etapas concluídas o professor assume a discussão junto aos participantes da dinâmica a fim de associar e sistematizar o conteúdo da aula.

## 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa apresenta características qualitativas, pois enquadra-se em um contexto que envolve a subjetividade da dinâmica das relações sociais; e quantitativas, uma vez que se trabalha com uma amostra quantificável e os resultados são apresentados na forma de gráficos construídos a partir de ferramentas estatísticas.

A pesquisa foi desenvolvida remotamente com dezoito discentes de graduação das disciplinas de mecânica clássica e ondas e termodinâmica do curso de ciência e tecnologia de uma universidade potiguar.

Como instrumento de coleta de dados foi utilizado um questionário aberto composto por cinco questões relacionadas a lei de Hooke e ao uso de simulações computacionais. O questionário foi aplicado por meio de um formulário Google. A análise das respostas do questionário foi feita com base na seguinte classificação: (i) insatisfatória: quando a resposta estava incorreta ou incongruente com o que era solicitado. (ii) pouco satisfatória: quando a resposta apresentava o cálculo correto, mas faltava o dimensionamento das unidades de medida ou mesmo quando definidas erroneamente e apresentava lacunas quanto a clareza na resposta discursiva. (iii) satisfatória: quando tanto o cálculo quanto a unidade de medida utilizada estavam corretos e apresentava clareza na resposta discursiva.

As atividades interventivas deram-se na forma de uma sequência didática interativa, que foi estruturada em três etapas. Na primeira etapa foi aplicado um questionário prévio, para averiguar as concepções dos alunos sobre a temática investigada. A segunda etapa foi composta pela apresentação e utilização do simulador Massas e Molas do PhET. Na terceira etapa, os alunos elaboraram em grupo um modelo experimental para calcular densidade de um fluido, utilizando como parte do experimento o sistema massa-mola e o princípio de Arquimedes. Para melhor compreensão da estruturação das atividades, a figura 2 resume as etapas da SDI.

Finalmente, as respostas foram tabuladas e apresentadas na forma de gráficos. Os dados gerados a partir da simulação da determinação da constante da mola e a elaboração das sínteses foram outros meios utilizados para a coleta de dados.

Figura 2: Esquema procedimental da SDI.

|                | Atividades                                                                                                                     | Recursos                                                                                                                    | Tempo   |
|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| <b>Etapa 1</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Análise preliminar</li> </ul>                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Formulários Google</li> </ul>                                                        | 4 dias  |
| <b>Etapa 2</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Apresentação e exploração do PhET</li> <li>Determinação da constante da mola</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Simulador Massas e Molas</li> <li>Google Meet</li> <li>Formulários Google</li> </ul> | 1h50min |
| <b>Etapa 3</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboração do modelo experimental</li> </ul>                                            | --                                                                                                                          | 10 dias |

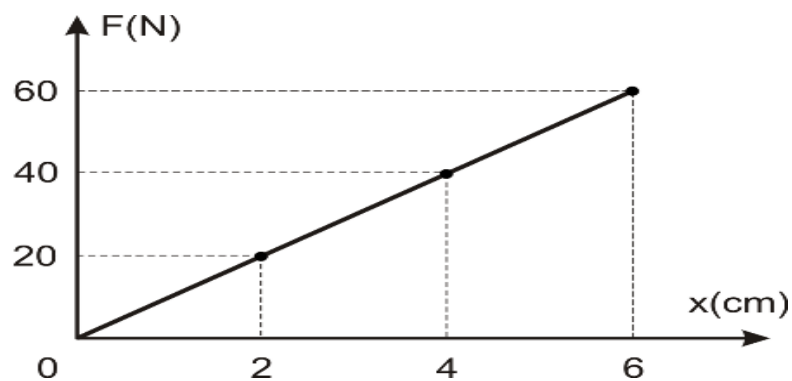
Fonte: Autores (2020).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira etapa da pesquisa foi aplicado um questionário, composto por cinco questões relacionadas a lei de Hooke, objetivando fazer um levantamento das concepções prévias dos sujeitos investigados.

A questão 1 exigia que o aluno interpretasse graficamente a lei de Hooke e fizesse uma estimativa da constante elástica de uma mola, utilizando os dados do módulo da força elástica e da deformação sofrida pela mola, conforme mostrado no gráfico 1.

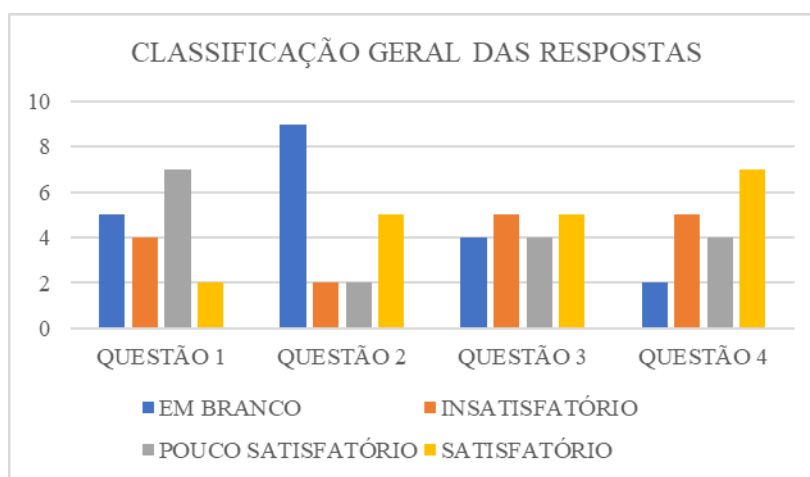
Gráfico 1: Módulo da força elástica versus deformação.



Fonte: Autores (2020).

Embora seja uma questão bem simples, apenas 11,1% dos participantes acertaram a questão e 38,8% tiveram suas respostas classificadas como “pouco satisfatórias”, conforme mostrado no gráfico 2, o que mostra que esses discentes apresentam dificuldades em interpretar gráficos.

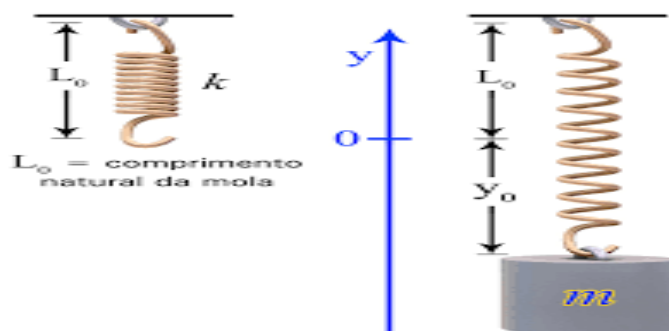
Gráfico 2: Classificação geral das respostas dos discentes.



Fonte: Autores (2020).

A questão 2 exigia do aluno o conhecimento da lei de Hooke e da condição de equilíbrio translacional, apresentando o seguinte enunciado: *A figura 3 mostra uma mola de comprimento natural  $L_0$  e constante elástica  $k = 100 \text{ N/m}$ ; um corpo de  $1 \text{ kg}$  é pendurado na extremidade livre da mola fazendo com que ela sofra um deslocamento vertical  $y_0$  e atinja um novo equilíbrio. Considerando a aceleração da gravidade igual a  $9,8 \text{ m/s}^2$ , calcule o valor de  $y_0$ .*

Figura 3: Uma mola na vertical: livre (esquerda), com uma massa presa a extremidade (direita).



Fonte: Autores (2020).

No gráfico 2 é mostrado a classificação das respostas dadas pelos discentes. Percebe-se que 50% deixaram a questão completamente em branco e apenas 27,7% responderam corretamente à questão. Dentre as respostas classificadas como “pouco satisfatórias” observamos o uso incorreto de unidades de medida apesar da aplicação correta da fórmula, isso pode demonstrar que alguns alunos entendem o que a questão pede e sabem como resolver, mas não compreendem o significado dos parâmetros que eles calculam.

Na questão 3, foi pedido para os discentes descrever um procedimento experimental de como determinar o valor da constante elástica de uma mola, a partir de uma fita métrica e alguns corpos com massas conhecidas. Essa questão tem uma relação direta com a questão 2 e poderia ser respondida a partir da observação da figura 3. Como pode ser verificado no gráfico 2, 27,7% dos alunos demonstraram clareza quanto ao procedimento, tendo suas respostas classificadas como “satisfatórias”. Como esperado, um percentual de acertos idêntico ao da questão 2.

Na quarta questão, foi dado um conjunto de valores de força e deformação para três molas, conforme a tabela 1, e perguntado: qual das molas é a mais rígida e qual é a mais flexível?

Tabela 1: Valores de força e deformação para três molas.

| Mola | Força (N) | Deformação (m) |
|------|-----------|----------------|
| 1    | 200       | 0,8            |
| 2    | 400       | 0,4            |
| 3    | 500       | 1,0            |

*Fonte: Autores (2020).*

No gráfico 2, nota-se que 38,8% dos discentes responderam corretamente, enquanto 27,7% dos discentes deram respostas “insatisfatórias”.

Na quinta questão, os discentes foram consultados sobre o uso de simulações computacionais como ferramentas de ensino. Neste caso, 100% dos participantes consideraram que as simulações computacionais são ferramentas potencializadoras do processo de ensino-aprendizagem.

Na segunda etapa deu-se a intervenção remota com a utilização do simulador massas e molas do PhET para reproduzir um experimento que determina a constante elástica de uma mola. Nessa etapa os alunos foram divididos em grupos a fim de promover a interação e a troca de conhecimentos entre eles. Cada grupo

recebeu uma lista de valores para as massas e deslocamentos distintos na escala da constante elástica da mola. No final, cada grupo enviou o valor calculado.

Foi verificado que 50% dos grupos conseguiram simular o experimento e calcular um valor correto para a constante elástica a partir dos dados. Cerca de 33,3% dos grupos apresentaram resultados incorretos e 16,6% descreveram detalhadamente o procedimento do experimento, mas não informaram nenhum valor para a constante elástica. No que concerne aos resultados incorretos, percebeu-se que os dados manipulados não estavam dimensionalmente corretos. O que mostra que alunos de graduação ainda apresentam dificuldades no dimensionamento de grandezas físicas.

Na etapa 3, cada grupo de alunos foi desafiado a propor um modelo experimental para determinar a densidade de um fluido utilizando o princípio de Arquimedes e o sistema massa-mola e elaborar uma síntese para a descrição de seu respectivo modelo experimental. Após a elaboração das sínteses dos modelos pelos grupos, um novo grupo foi formado somente pelos líderes de cada grupo. O grupo de líderes formulou uma nova síntese, a partir das sínteses elaboradas anteriormente, contendo as mesmas características já citadas, de forma que o modelo experimental proposto representasse toda a turma.

A partir da análise do modelo experimental de cada grupo percebeu-se que embora os discentes entendessem os conceitos físicos necessários para calcular a densidade do fluido e como montar um experimento para tal fim, eles não sabiam como identificar ou relacionar em seu experimento o sistema massa-mola. O que mostra que os discentes não conseguem estabelecer uma correlação entre os conteúdos estudados em momentos distintos.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos durante esta pesquisa mostram que os alunos de graduação apresentam grande deficiência em conceitos básicos de mecânica e que o ensino tradicional não tem conseguido superar essas dificuldades. No sentido de contribuir para melhorar esse quadro, usamos uma metodologia baseada em tecnologias digitais tendo o aluno como sujeito ativo na construção do seu próprio conhecimento. Em virtude da situação pandêmica que estamos vivenciando, o

emprego de simulação computacional para a discussão de conceitos físicos parece ser a alternativa mais adequada ao momento.

A utilização da SDI facilita a iniciativa de discussões entre os alunos e entre a turma e o professor, promovendo uma evolução natural na aprendizagem da turma, tanto individualmente quanto coletivamente. Fortalece a troca de conhecimentos entre os alunos, possibilitando uma reflexão interativa sobre o conteúdo trabalhado, sobretudo com uma visão cooperativa. Dessa forma avaliamos que a SDI pode ser uma boa ferramenta para construir e abordar conceitos de forma dialogada, capaz de colocar o aluno no centro de seu processo de aprendizagem, valorizando as contribuições individuais dos participantes e promovendo o processo de ensino-aprendizagem de forma cooperativa.

De forma geral, as atividades elaboradas se mostraram satisfatórias, sendo possível observar que grande parte dos discentes que participaram da pesquisa demonstraram um certo avanço na compreensão dos conteúdos trabalhados. A interação, a busca por conhecimentos que perpassam a sala de aula e a mobilização dos discentes caracterizam pontos positivos da aplicação da SDI.

Uma fragilidade observada está relacionada a independência dos discentes em realizar as tarefas pois a complexidade das atividades crescia de acordo com a etapa, necessitando assim de maior domínio dos conteúdos envolvidos. Concordando com Machado e Cruz (2020) no sentido de que a utilização de simuladores computacionais possui potencial para contribuir significativamente com o processo de ensino-aprendizagem, pois a utilização de tais ferramentas propiciam ao aluno a possibilidade de observação, ajudando a entender os processos de abstração envolvidos, tornando a aula remota menos teórica e mais dinâmica.

## 7 REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. E. DE; BUFFON, L. O.; SCARPAT JUNIOR, A. O uso de um software de simulações para a aprendizagem de circuitos elétricos simples: uma abordagem a partir do ensino por investigação. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 2, p. 59–72, 2018.

AQUINO, A. A. DE; LAVOR, O. P. Ensino De Instalações Elétricas Residenciais: Uma Sequência Didática a Partir De Uma Aplicação Mobile. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 125–146, 2020.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Portaria Nº 343, de 17 de março de 2020. 2020.

CERQUEIRA, B. R. S. DE. Educação no Ensino Superior em tempos de pandemia. **Olhar de Professor**, v. 23, p. 1–5, 2020.

COSTA, M. DA. **Simulações Computacionais No Ensino De Física : Revisão Sistemática De Publicações Da Área De Ensino**. XIII Congresso Nacional de Educação. **Anais...**Curitiba: 2017.

FEITOSA, M. C.; LAVOR, O. P. Ensino De Circuitos Elétricos Com Auxílio De Um Simulador Do Phet. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 8, n. 1, p. 125–138, 2020.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física, volume 1: mecânica**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

MACHADO, N. A.; CRUZ, F. A. DE O. Estudo do Decaimento Radioativo com o Uso da Plataforma PhET: Uma Proposta para EaD. **EaD em Foco**, v. 10, n. 1, p. 12, 2020.

OLIVEIRA, M. M. DE. Sequencia Didática Interativa no Ensino de Ciências. **Anais do IV Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**, p. 1–15, 2010.

OLIVEIRA, M. M. DE. Círculo hermenêutico-dialético como sequência didática interativa. **Revista Brasileira de Estudos Canadenses**, v. 11, n. 1, p. 235–252, 2011.

PHET. **Massas e Molas**. Disponível em:  
<[https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs\\_pt\\_BR.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_pt_BR.html)>. Acesso em: 6 jul. 2020.

SILVA, C. G. DE M.; OLIVEIRA, M. M. DE. Sequência didática interativa trabalhada como proposta CTS com a temática aquecimento global para a Educação básica. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 33, n. 1, p. 345–364, 2016.

SILVA, I. P. DA; MERCADO, L. P. L. Revisão sistemática de literatura acerca da experimentação virtual no ensino de Física. **Ensino & Pesquisa**, v. 17, n. 1, p. 49–77, 2019.

SOUZA, A. C. L. DE; GONÇALVES, C. B. O uso de tecnologias na educação e no ensino de ciências a partir de uma pesquisa bibliográfica. **Revista da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 7, n. 3, p. 256–276, 2019.