

Sequência de ensino investigativa para o ensino da lei de Hooke e movimento harmônico simples: uso do aplicativo *Phyphox*, o simulador *Phet* e *GIF's*

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Investigative teaching sequence for teaching Hooke's law and simple harmonic motion: Use of the *Phyphoxapp*, the *Phet* simulator and *GIF's*

Gedeel Santos^{1,2}, Joisilany Reis¹, Bianca Santos¹, Miguel Abanto Peralta¹

¹Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Federal do Acre, Rodovia BR 364 - Km 04 - Distrito Industrial - CEP 69920-900 - Rio Branco, AC, Brasil.

²Instituto Federal do Acre, Campus Cruzeiro do Sul, Estrada da APADEQ - 1192 - CEP 69980-000 - Cruzeiro do Sul, AC, Brasil.

E-mail: mabanto.ufac@gmail.com

(Recibido el 19 de setiembre de 2019; aceptado el 12 de noviembre de 2019)

Resumo

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) estão presentes em todos os ambientes, inclusive o escolar. Recursos tecnológicos fazem parte da vida do ser humano, não mais como mero luxo e sim como uma necessidade para a comunicação. Neste cenário, os docentes da componente curricular de física podem usar o computador e o *smartphone* em sala de aula de forma a buscar fomentar a utilização das TICs como ferramenta educacional. Neste sentido, o presente artigo compartilha uma experiência didática envolvendo o uso das TICs e uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) para uma turma de 2º ano do ensino médio de uma escola pública Brasileira. Em particular abordou-se as temáticas da Lei de Hooke e de Movimento Harmônico Simples (MHS), utilizando na metodologia de ensino: o simulador *PhET* (Physics Educational Technology), *GIFs* (*Graphics Interchange Format*) e o sensor acelerômetro de um *smartphone* em conjunto com aplicativo *Phyphox* para estudar as oscilações de um objeto acoplado a uma mola.

Palavras-chave: Tecnologias da Informação e Comunicação; Sequência de Ensino Investigativa, Ensino-aprendizagem; *Phyphox*; *Smartphone*.

Abstract

Information and Communication Technologies (ICTs) are present in all environments, including the school. Technological resources are part of human life, no longer as mere luxury but a necessity for communication. In this scenario, teachers of the physics curriculum component can use the computer and the *smartphone* in order to promote the positive use of ICT as an educational tool. In this sense, the present article shares a didactic experience involving the use of ICTs and an Investigative Teaching Sequence (ITS) for a 2nd year high school class of a Brazilian public school. Particularly, the themes of Hooke's Law and Simple Harmonic Movement (SHM) are approached using in the teaching methodology: The *PhET* (Physics Educational Technology), simulator, *GIF* (Graphics Interchange Form) and the accelerometer sensor of a *smartphone* in jointly with the *Phyphoxapp* (Physical Phone Experiments), aiming the study of oscillations in a spring-mass system.

Keywords: Information and Communication Technologies; Investigative Teaching Sequence, Teaching-learning; *Phyphox*; *Smartphone*.

I. INTRODUÇÃO

As dificuldades encontradas pelos docentes em sala de aula são diversas, como exemplo, pode-se citar o uso excessivo de *smartphone* como meio de distração entre os discentes, e nesse caso muitas vezes o professor precisa parar a aula para chamar atenção dos alunos (Silva, 2012). Com base neste fato, sabe-se que o uso de tais tecnologias por parte dos alunos faz-se constante nas aulas.

Entre os desafios enfrentados pelo docente quanto ao ensino de física especificamente, em alguns temas onde requer algum grau de abstração para visualização do fenômeno, este se beneficia dos estudantes terem acesso à *smartphone*, pois existe a possibilidade do uso da simulação de situações reais não visíveis por uma rápida observação do mesmo no próprio celular ou por um computador (Arantes e outros, 2010). Um simulador muito utilizado por professores de física é o *Phet*, sigla em inglês para Tecnologia Educacional em Física. O *Phet* foi idealizado por Carl Wieman, ganhador do Nobel de física em 2001 pela criação experimental do condensado de Bose-Einstein (Cornell e Wieman, 2001), as simulações são cativantes e instigadoras da perspectiva educacional, uma ferramenta eficiente para alcançar diferentes níveis de formação (Wieman, 2018).

Em geral, há uma tendência atual dos docentes utilizarem, bem como criarem estratégias para inserir os meios tecnológicos no ambiente escolar, de forma a colaborar com o binômio educacional ensino e aprendizagem, levando como justificativa que os indivíduos estão cada vez mais familiarizados com: *smartphones*, *notebooks*, *tablets*, redes de *wi-fi*, entre outras TICs. As alternativas possíveis para uso das TICs nas aulas são por exemplo: realização de pesquisas (Silva, 2015); uso de aplicativos com finalidades pedagógicas ou simulações de fenômenos físicos (Lopes, 2015); jogos didáticos (Yamazaki e Yamazaki, 2014); entre outras (Heckler e outros, 2007). Dessa maneira pode-se fortalecer a utilização das TICs como uma ferramenta de ensino.

Para o ensino de física, é conhecido o fato de que este pode-se tornar abstrato ou difícil, sem conexão com fatos e fenômenos vivenciados pelos estudantes diariamente, por diversos fatores. Entre eles destaca-se a simplificação de uma ciência tão ampla em conceitos e fascinante por descrever os fenômenos da natureza, à apenas fórmulas matemáticas, fato que pode levar à perda de interesse ou ainda à desmotivação para o aprendizado na escola desta componente curricular. Neste cenário, uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), a qual é uma estratégia conhecida (Carvalho, 2013), pode ser utilizada para amenizar esse fato. O aluno nesse tipo de sequência passa a ser participante ativo no processo ensino e aprendizagem, construindo as próprias hipóteses para chegar aos conceitos e argumentos físicos, através das observações. A SEI possibilita ao estudante a compreensão de um determinado conceito ou fenômeno científico, pois o mesmo está debruçado em investigar sobre a temática (Ferraz e Sasseron, 2013).

Uma SEI é entendida como uma sucessão de práticas em que uma temática é analisada. Por meio de uma investigação, busca-se as relações de conceitos, entre as práticas observadas via experimento ou simulação, onde procura-se correlacionar os conhecimentos que possam ser trabalhados para compreensão de determinado fenômeno, fomentando o ensino por investigação como uma abordagem didática, ou seja, o professor provoca uma problemática e ao mesmo tempo que desempenha o papel de orientador dentro das análises construídas pelos alunos (Sasseron, 2015).

Portanto o uso de SEI pode desenvolver o conhecimento científico nos alunos, os quais criam hipóteses e as testam, buscando evidências e justificativas para suas “teorias” ao longo da investigação. Por meio deste conjunto de atividades o aluno é instigado a fazer ações científicas (Sasseron, 2015).

Com objetivo de facilitar o processo de ensino e aprendizagem, o professor pode trabalhar e inserir os meios tecnológicos para o ensino-aprendizagem dos estudantes de uma forma positiva e com finalidade pedagógica (Studart, 2015), bem como fomentar o uso destes recursos por meio de uma SEI. Tendo em vista que a maioria dos educandos possuem um *smartphone* (Oliveira e Campos, 2013), este trabalho propõe o uso do sensor acelerômetro de um *smartphone* em conjunto com Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), como recurso educacional, em particular o aplicativo *Phyphox* (Staacks e outros, 2018) e o simulador *Phet* (Matos e Leão, 2018) para o estudo temas relacionados a força elástica e oscilações de um sistema massa-mola. E para isso, emprega-se uma SEI para abordar os conteúdos de força elástica e movimento harmônico simples com alunos do segundo ano do ensino médio, motivando o aprendiz para uma aula dinâmica e interativa com o uso de *smartphone*.

Entre as ferramentas tecnológicas, destaca-se o uso de aplicativos no contexto escolar. Entendem-se por aplicativo, termo em inglês *application (app)*, um *software* que pode ser instalado no telefone *smartphone*, *tablets* ou computadores, no caso dos dois primeiros dispositivos citados a instalação é principalmente por meio de lojas de aplicativos, tais como *Appstore* e *Google play*, para sistema *IOS* e *Android*, respectivamente. Diversos *apps* são disponibilizados gratuitamente nestas lojas conectando as pessoas a um universo de possibilidades.

O *Phyphox* é um aplicativo disponível para *Android* e *IOS*. É possível acionar e usar os diversos sensores existentes nos *smartphones* com esse aplicativo, pois o mesmo dispõe variadas funções dentre elas: acessar às medidas da aceleração, taxa de rotação e localização do *smartphone*. Também é possível realizar medidas de campo magnético, pressão, intensidade luminosa e intensidade sonora.

Smartphones hoje em dia já reúnem incontáveis funções que ajudam diferentes usuários em variadas tarefas. Mas além de serem computadores portáteis, eles podem também ser laboratórios portáteis. É possível medir a aceleração, campos magnéticos, o som, e até mesmo a pressão atmosférica. Para tal, basta utilizar aplicativos voltados a esse tipo de experimento, tais como o Phyphox. (Phyphox, 2016, informações do site)

O uso de aplicativos que permitem acessar os sensores em *smartphones* têm sido reportados na literatura, como por exemplo, para demonstrar a lei do inverso do quadrado da intensidade da luz (Vieira e outros, 2014), para estudar o fenômeno da diretividade do som através de medidas de intensidade sonora (Halley e Mc Klein, 2018), entre outros.

A sequência didática proposta e aplicada é detalhada na seção seguinte. Esta inclui o uso de ferramentas tecnológicas, tais como: o aplicativo educacional *Phyphox*, simulador *Phet* e *GIF* (do inglês: Graphics Interchange Format, tradução como: Formato de Intercâmbio de Gráficos).

II. A EXPERIÊNCIA

O trabalho relata a experiência didática sobre a aplicação de uma sequência de ensino que envolve a parte de leitura investigativa a partir de imagens, e a realização de dois experimentos sobre a temática da lei de Hooke e do Movimento Harmônico Simples (MHS). Para construção, elaboração e aplicação da experiência didática descrita no trabalho, várias circunstâncias corroboraram. O ponto de partida foi a inquietação do docente da turma em se aperfeiçoar e melhorar a própria prática. Neste ponto, destaca-se o interesse deste professor em ingressar no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF da Universidade Federal do Acre – UFAC. Para o ingresso no mestrado, o docente reforçou que a motivação era a “Possibilidade de poder contribuir para a sociedade”, e quanto ao que esperar do programa, este informou a “Qualificação para o exercício da profissão”.

Tal mestrado trata-se de um programa de pós-graduação em rede e idealizado pela Sociedade Brasileira de Física – SBF, com abrangência em território nacional. Com início em 2013 (Nascimento, 2013), ao longo dos anos ampliou-se a quantidade de polos credenciados ao programa, à saber, a UFAC foi credenciada em 2016. A sequência didática descrita no trabalho, originou-se a partir de duas disciplinas optativas ofertadas no mestrado, a primeira sobre ensino: “Processos e Sequências de Ensino e Aprendizagem em Física no Ensino Médio” e a segunda de caráter experimental/computacional “Atividades Computacionais para o Ensino Médio e Fundamental”. Na disciplina de ensino, os professores da educação básica foram provocados a refletirem sobre a própria prática a partir da discussão de vários autores. Enquanto que a outra disciplina teve o enfoque em discutir, propor e executar na própria sala de aula, diversos experimentos de física que pudessem ser realizados com auxílio do *smartphone* e programas de computador. Ao longo das duas disciplinas, encaminhou-se as discussões para que houvesse a troca de experiência entre os mestrandos, professores da educação básica. Neste contexto, alguns alunos do mestrado desejaram aplicar as propostas metodológicas apresentadas durante esta formação continuada, nas próprias salas de aulas onde lecionam.

A proposta de ensino descrita no presente relato de experiência foi executada em uma escola da rede pública federal, localizada no interior do estado do Acre. Como a escola está localizada cerca de 14 km de distância do centro comercial mais próximo, esta atende alunos da zona urbana e da zona rural da própria cidade e de outras três próximas. Esta oferece uma estrutura boa de salas de aulas, todas climatizadas, claras e com projetores, além de um laboratório de física. O público alvo envolvido era uma turma de Ensino Médio (EM) integrado, onde os estudantes permanecem na escola durante a manhã etarde, para cursarem o EM e o Curso Técnico em Meio Ambiente. O curso completo tem duração de três anos e o ingresso na escola é realizado por meio de um processo seletivo, apenas para o 1º ano do EM. Como a turma envolvida era do 2º ano do EM, já estava acostumada com a dinâmica da escola, pois estes ingressaram no 1º ano.

A proposta aqui relatada foi aplicada no segundo bimestre para atender um problema identificado pelo docente durante o primeiro bimestre. A turma em questão oferecia muita dificuldade e resistência em estudar e prestar atenção à aula ministrada. Boa parte dos discentes costumavam usar o celular para acessar rede sociais ou aplicativos de jogos durante a aula. Quanto ao rendimento na sala de aula, observou-se que era baixo, entretanto, os discentes têm o costume, na iminência das avaliações, de estudarem em casa e se aperfeiçoarem nos temas em que serão avaliados. Neste ponto, vale destacar o fato da escola disponibilizar um tempo toda semana para o professor tirar dúvidas dos educandos, onde verifica-se a maior procura somente nas proximidades das provas. Neste sentido, buscou-se na presente proposta, amenizar o desinteresse dos alunos em sala de aula, tendo em vista que esse é um dos problemas que os docentes de física enfrentam de maneira geral. Usou-se TICs e SEI como ferramentas educacionais para motivar os discentes na participação ativa durante as aulas. Na estratégia mencionada usou-se recursos que já faziam parte da vivência dos alunos, o *smartphone* e o computador, com o intuito de apresentar os conceitos de física de forma mais aplicada e prática, objetivando o envolvimento ativo dos estudantes no processo. Vale ressaltar que um dos motivos para o uso das TICs foi o fato do público alvo, adolescentes entre 15 e 17 anos de idade, gostar de acessar o próprio *smartphone* dentro e fora de sala de aula.

A proposta de ensino foi dividida em três momentos para ser aplicado em três encontros de 100 min cada, conforme apresentado na tabela I, e aplicada a alunos do ensino médio integrado do segundo ano com média de idade de 16 anos. A proposta foi realizada em uma turma com 25 alunos, de uma escola da rede pública, localizada na cidade de Cruzeiro do Sul, Acre.

TABELA I. Etapas da sequência didática aplicada.

<i>Etapas</i>	<i>Descrição</i>	<i>Tempo</i>
<i>Primeira momento</i>		
1°	Aplicação de um questionário inicial (Apêndice A).	20 min
2°	Leitura investigativa sobre imagens que mostram molas em duas situações cotidianas.	20 min
3°	Uso dos simuladores <i>Phet</i> “Massas e molas: básico” para discutir e apresentar o conceito da lei de Hooke.	20 min
4°	Realização do primeiro experimento: Determinação da constante elástica de uma mola. Obtenção dos dados	20 min
5°	Análise dos dados e discussão dos resultados.	20 min
<i>Segundo momento</i>		
6°	Leitura investigativa sobre os <i>GIFs</i> que apresentam MHS no cotidiano.	20 min
7°	Uso dos simuladores <i>Phet</i> “Massas e molas: básico” para discutir e apresentar o conceito MHS em um sistema massa-mola, frequência e período.	30 min
8°	Demonstração do experimento usando o aplicativo: <i>Phyphox</i> (<i>Physical Phone Experiments</i>) e exposição dos dados obtidos de um experimento pronto.	50 min
<i>Terceiro momento</i>		
9°	Execução do experimento com o aplicativo: <i>Phyphox</i> , pelos alunos.	50 min
10°	Discussão dos resultados e comparação entre os valores obtidos para constante de mola a partir dos dois experimentos.	20 min
11°	Aplicação do questionário final (Apêndice B).	30 min

Para melhor apresentação das etapas da sequência, nas seções seguintes estão expostos separadamente os conceitos físicos trabalhados na proposta e em seguida o detalhamento da sequência em si, além dos experimentos usados.

A. Conceitos físicos trabalhados

A lei de Hooke descreve a ação da força restauradora do movimento harmônico simples como proporcional ao deslocamento, em outras palavras, para o sistema massa-mola a intensidade da força elástica (F) é proporcional ao deslocamento x da massa acoplada à mola em relação à posição de equilíbrio desta, conforme a Eq. (1),

$$F = -k \cdot x \quad (1)$$

Onde k é a constante elástica da mola. O sinal da equação vem do fato de o sentido da força ser sempre contrário ao sentido do deslocamento, por isso o nome de força restauradora, ou seja, a força tende a levar de volta a partícula para a sua posição de equilíbrio. Para um sistema massa-mola suspenso no ar, por exemplo, com a mola presa por uma extremidade num suporte e a massa presa na outra extremidade da mola, de forma a provocar uma extensão nela; a força que provoca a deformação na mola neste caso é a força peso, descrita pela Eq. (2),

$$P = m \cdot g \quad (2)$$

Onde m é a massa do corpo e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ é a aceleração da gravidade. Logo, numa situação de equilíbrio o valor da força elástica é igual ao peso da partícula suspensa na mola:

$$m \cdot g = k \cdot x \quad (3)$$

A constante elástica pode ser determinada da seguinte maneira:

$$k = \frac{mg}{x} \quad (4)$$

Tais conceitos estão relacionados ao primeiro experimento proposto, detalhado na seção seguinte. Já no segundo experimento, usa-se o mesmo sistema, porém, com o objetivo de abordar fenômenos oscilatórios, o que leva à necessidade de trabalhar novos conceitos.

O conceito de período está relacionado ao tempo necessário para que o movimento complete um ciclo e volte a se repetir. A partir do intervalo de tempo (Δt) medido para n oscilações de um movimento harmônico simples, pode-se calcular o período de oscilação (T), de acordo com a Eq. (5)

$$T = \frac{\Delta t}{n} \quad (5)$$

Esta é apenas uma das formas para determinar experimentalmente o período.

Usando a projeção de um Movimento Circular Uniforme (MCU) de raio r , em um diâmetro da trajetória, pode-se obter um MHS. Assim, do MCU (basicamente a relação entre aceleração linear e angular: $a = -\omega^2 r$) e do MHS (ao somar a resultante das forças: $m \cdot a = -k \cdot x$), pode-se mostrar que

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (6)$$

A partir das definições frequência ($f = \frac{1}{T}$), frequência angular ($\omega = 2\pi f$) e de período ($T = \frac{2\pi}{\omega}$), determina-se

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (7)$$

Nesta última expressão, pode-se isolar a constante elástica k ,

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} \quad (8)$$

Tal expressão será usada no segundo experimento proposto. Bem como a expressão semelhante, a partir do conceito de frequência ($f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$). Pode-se ainda encontrar a constante elástica k , a partir da frequência,

$$k = 4\pi^2 m f^2 \quad (9)$$

Todos estes conceitos são trabalhados durante toda sequência didática.

B. Detalhamento da proposta de ensino

Inicialmente, a sequência proposta incluiu a aplicação de um questionário inicial (Apêndice A) com o principal objetivo de identificar se todos os alunos teriam acesso a *smartphones*, bem como determinar qual seria a finalidade de uso deste equipamento pelos estudantes.

Após a aplicação do questionário, buscou-se trabalhar com exposições de imagens através de uma Leitura investigativa. As imagens apresentavam molas em duas situações cotidianas: uma balança com molas (semelhante a um dinamômetro) e um amortecedor de moto. Como forma de atrair a atenção dos alunos e incentivá-los a participar de forma ativa, indagou-se aos discentes o que as imagens tinham em comum. Com base nas respostas, o professor procurou estimular aos estudantes perceberem o fato de que nas duas situações exibidas, as molas possuem propriedades semelhantes. Na balança ao ser colocado uma massa, a mola sofre uma distensão; assim como, ao colocar uma massa (do condutor) sobre a moto, o amortecedor sofre uma leve deformação; entretanto, em ambos os casos supracitados, ao ser retirado o agente que provocou a deformação da mola, esta, retorna ao estado original.

Em seguida utilizou-se o *software* de simulações Phet «Massas e Molas» (s. f.) para conceituar e definir a lei de Hooke de forma demonstrativa. As ferramentas disponibilizadas pelo simulador e que foram utilizadas na aula são: variação das massas e das constantes das molas, entre grande e pequena.

Utilizou-se o simulador (figura 1 - esquerda) em três situações. Inicialmente acrescentado massas de valores diferentes nas extremidades das molas, e observando os resultados, na proposta de confrontar os estudantes a descreverem o que estava ocorrendo, com o objetivo de explicar fisicamente a relação entre a variação das massas com os deslocamentos das molas. Em seguida, adotou-se um valor de massa fixo, para observar o que acontecia, quando a constante da mola variava entre pequena e grande. A cada modi-

ficação no simulador, discutia-se entre os próprios alunos os fatos observados. A ação objetivava que os estudantes implicitamente concluíssem a relação entre as grandezas de massa (associada ao peso) e constante da mola, com a distensão sofrida na mola.

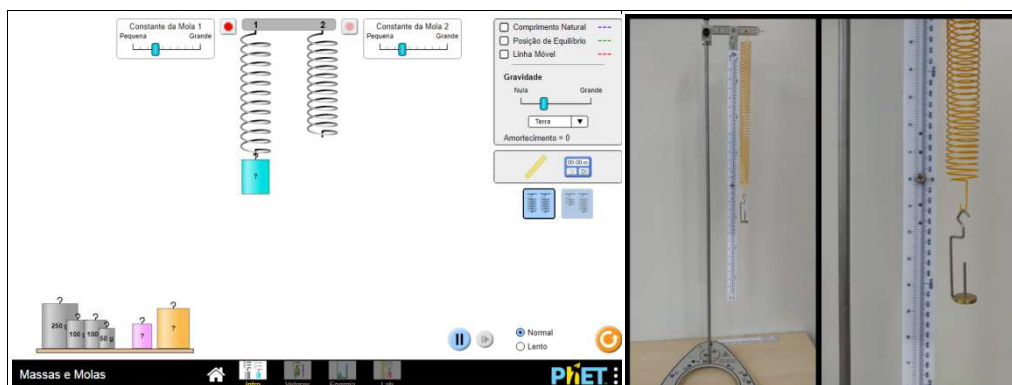


FIGURA 1. Simulador *Phet* “Massas e molas” (https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_pt_BR.html), painel da esquerda. E a montagem do experimento “Determinação da constante elástica da mola”, painel da direita.

Para verificar a validade da lei de Hooke, propôs-se um experimento usando um sistema massa-mola, para que os estudantes visualizassem o fenômeno físico. Para a montagem do experimento, precisou dos seguintes materiais: uma mola; blocos de massas; uma régua de 50 cm; um tripé; duas hastes metálicas; 50 cm de barbante.

Os procedimentos para montagem da prática experimental (figura 1 - direita) dar-se por: pendurar a mola na extremidade do tripé; acrescentar um gancho no final da mola para adicionar as massas; e acoplar no tripé a régua para determinar o valor da elongação ocasionada devido ao acréscimo de massas na mola. Antes da aula, o experimento estava montado em cada bancada. A quantidade de grupos formados para realizar os experimentos, depende do número de materiais disponíveis na escola para montagem dos experimentos. Na oportunidade, formou-se 4 grupos.

Durante a realização do experimento o professor pode instigar os alunos a partir de algumas indagações, como: “Por que a mola se deforma? ”, “O que é observado quando se acrescenta mais massas na mola? ”, “Qual o estado da mola depois que esta, para de oscilar, em comparação com a situação inicial (sem massa)? ”, “Como pode ser calculado a constante elástica da mola? ”, “No experimento, qual a situação que faz a mola retornar ao seu tamanho original? ”. Em paralelo, o docente realiza o papel de mediador da discussão a partir da valorização das respostas dos discentes, sanando possíveis dúvidas.

No experimento os alunos mediram a distensão da mola e o respectivo valor de massa, para utilizar a Eq. (4). Além de fazer o gráfico linear do Peso ($P = mg$) versus o Deslocamento da mola (x).

A sequência didática continua com a proposta investigativa com o uso dos *GIFs* apresentados na figura 2. Neste momento o professor pode instigar os estudantes a observarem nas imagens, as características de repetição de movimento.

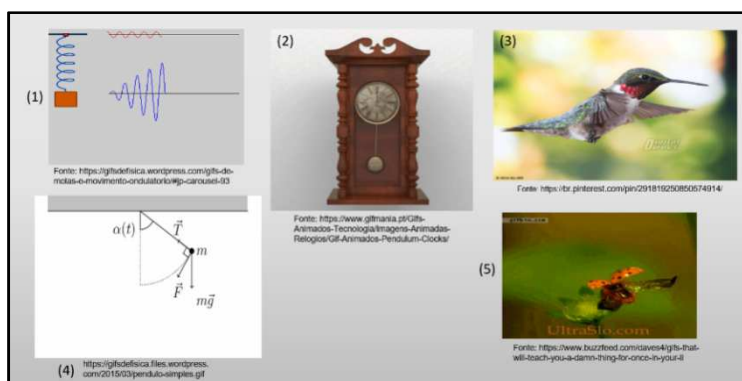


FIGURA 2. *GIFs* sobre o MHS presente no cotidiano. Fonte dos *GIFs*: 1) <<https://gifdefisica.wordpress.com/gifs-demolas-e-movimento-ondulatorio/#jp-carousel-93>>; 2) <<https://www.gifmania.pt/Gifs-Animados-Tecnologia/Imagens-Animadas-Relogios/Gif-Animados-Pendulum-Clocks/>>; 3) <<https://br.pinterest.com/pin/291819250850574914/>>; 4) <<https://gifdefisica.files.wordpress.com/2015/03/pendulo-simples.gif>>; 5) <<https://www.buzzfeed.com/daves4/gifs-that-will-teach-you-a-damn-thing-for-once-in-your-li->>.

Logo após, utilizou-se o simulador *Phet* “Massas e molas”, com um novo enfoque: discutir o Movimento Harmônico Simples (MHS) para um sistema massa-mola. Solicitou-se aos estudantes que identificassem através da simulação os princípios que fundamentam o MHS, adotando a metodologia dos alunos formularem hipóteses, testarem e cheguem a conclusões sobre o tema, onde o professor desempenha o papel de fomentar a discussão e esclarecer as dúvidas sobre a temática. Dentro desta etapa fez-se uma abordagem detalhada do conteúdo, reforçando os conceitos relacionados aos MHS. Ao final do segundo momento (8º Etapa da tabela I), fez-se a demonstração de um experimento previamente realizado usando o aplicativo *Phyphox* (*Physical Phone Experiments*) com o objetivo de estudar experimentalmente as oscilações de um celular quando este está acoplado a uma mola. Um experimento similar foi reportado com o uso do aplicativo *Accellogger* para dispositivos *Android* e o *softwareExcel* para análise de dados por Kuhn, J. e Vogt, P. (2012). Entretanto, esta etapa será detalhada a seguir, na perspectiva de como os alunos devem realizar o experimento (9º e 10º Etapa da tabela I).

Para isso, utilizou-se a mesma montagem do primeiro experimento, sobre o sistema massa-mola, porém com um *smartphone* pendurado na extremidade da mola, conforme mostra a figura3 (esquerda). Era necessário que o *smartphone* tivesse o aplicativo *Phyphox* instalado, para que este fosse colocado como massa e posto para oscilar.

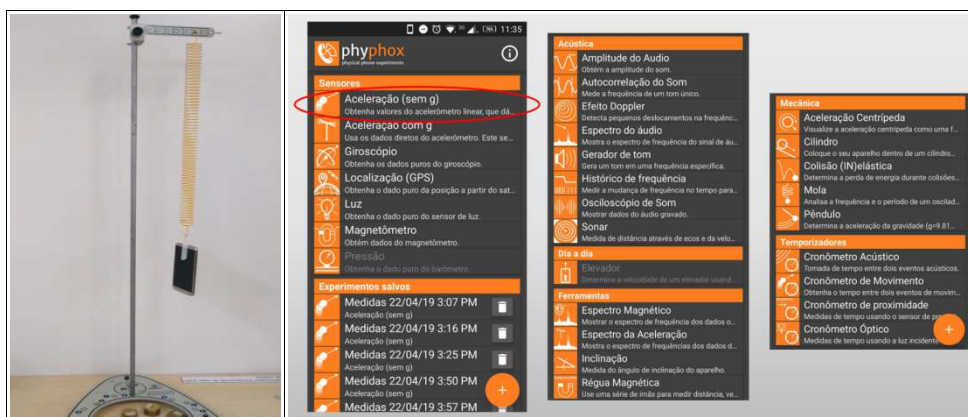


FIGURA 3. Montagem do experimento massa-mola com o uso dos sensores do celular, via *Phyphox* (painel da esquerda). Tela inicial do aplicativo *Phyphox: physical phone experiments* (Painel da direita).

Para o experimento com o *Phyphox*, acionou-se dentro do aplicativo a seção de “Sensores”, clicou-se na aba “Aceleração (sem g)”, conforme indicado na figura3 (direita). Após selecionar tal opção, o aplicativo abriu a tela (figura4) com três abas: “Gráfico”, com três caixas para exposição dos gráficos da aceleração nos eixos x, y e z; “Absoluto”, com apenas um gráfico, módulo da resultante da aceleração nos três eixos; e “Simples”, com o valor numérico nos eixos x, y e z, bem como o valor absoluto, resultante da aceleração nos três eixos. Além disso, foi necessário configurar o tempo para coleta de dados durante a oscilação (figura5).

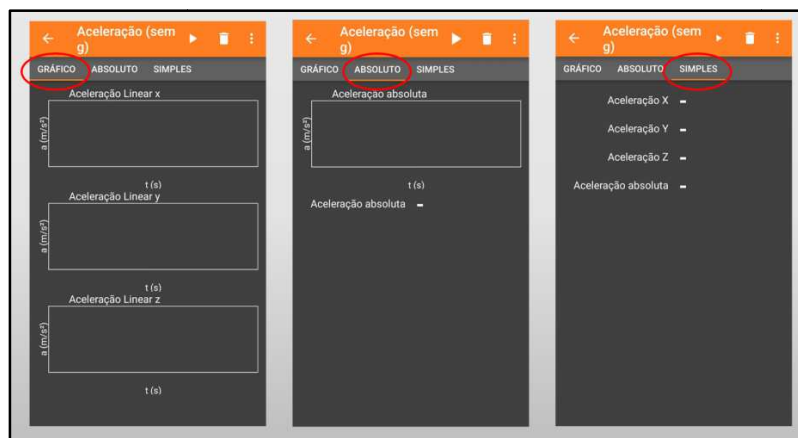


FIGURA 4. Tela “Aceleração (sem g)” selecionada no aplicativo *Phyphox*.

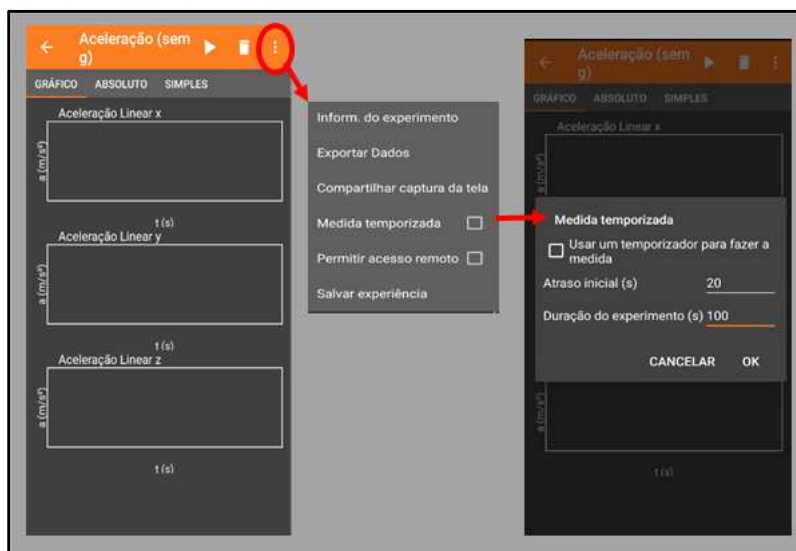


FIGURA 5. Configuração do tempo de coleta dos dados no aplicativo *Phyx*.

Ao início da oitava etapa da sequência didática, mostrou-se os dados colhidos anteriormente de um experimento pronto, bem como o passo a passo para exportação dos dados e a manipulação dos mesmos, conforme descrito na tabela II.

TABELA II. Análise dos resultados obtidos com a oscilação do celular no sistema massa-mola.

Procedimentos	Print da tela	Descrição dos procedimentos
1°		Visualização do gráfico na tela do aplicativo, após o experimento realizado. Ressalta-se que este foi posto para oscilar, no intervalo de tempo previamente determinado para coleta dos dados no aplicativo.
2°		Deve-se em seguida exportar os dados para o Excel. Conforme a imagem ao lado, acessando: três pontos da primeira imagem; “Exportar Dados”; Marcar “Excel”, em seguida “OK”

TABELA II. (Continuação).


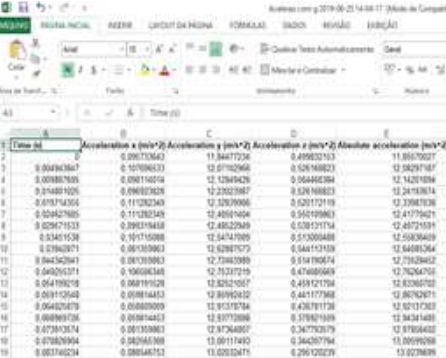
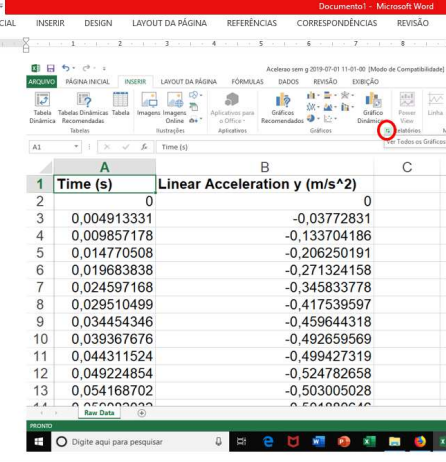
Procedimentos	Print da tela	Descrição dos procedimentos
3º		<p>Em seguida, deve-se escolher a forma como compartilhar o arquivo, fica a critério de cada aluno. Na oportunidade foi escolhida “Gmail”, e informado o e-mail para envio do arquivo.</p>
4º		<p>O arquivo exportado em Excel apresenta cinco colunas: tempo, aceleração em x, em y, em z e aceleração absoluta, respectivamente colunas: A, B, C, D e E. Deve-se excluir as colunas acelerações em x, em z e aceleração absoluta (B, D e E, respectivamente).</p>
5ª		<p>Com duas colunas apenas no arquivo em Excel, deve-se clicar em “ver todos os gráficos”, no círculo vermelho na imagem ao lado.</p>

TABELA II. (Continuação).

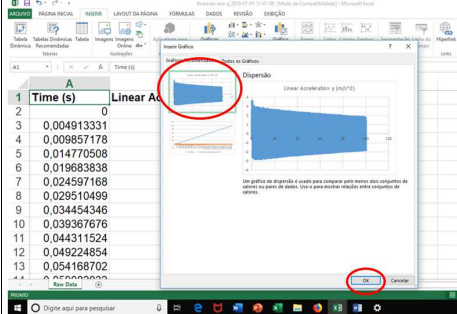
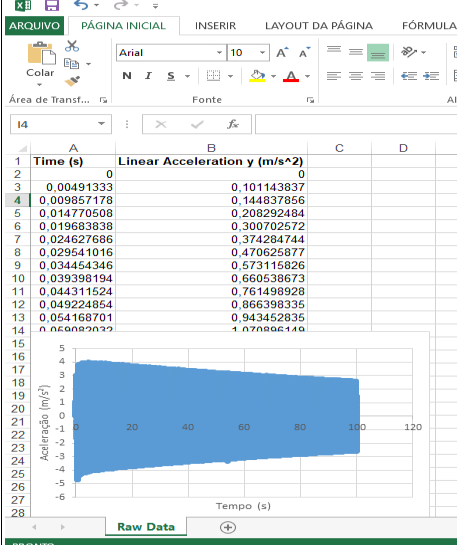
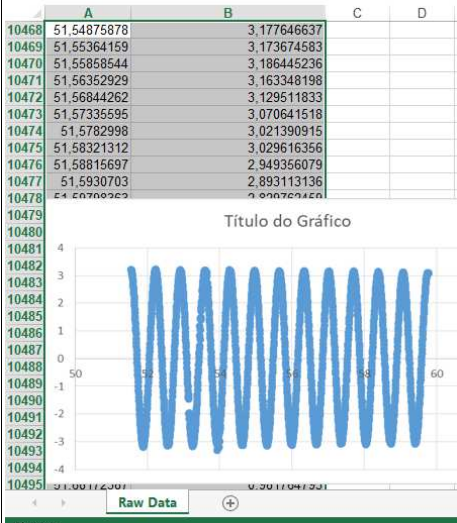
Procedimentos	Print da tela	Descrição dos procedimentos
6 ^a		<p>Em seguida, deve-se selecionar o gráfico “Dispersão” e clicar em “OK”, conforme a imagem ao lado.</p>
7 ^a		<p>A partir das duas colunas se constrói um gráfico, tipo dispersão, da aceleração no eixo y e em função do tempo de 0 a 100s.</p>
8 ^a		<p>Deve-se selecionar um intervalo de tempo menor (por exemplo, em: 51,5487s a 59,774s; onde é possível identificar 12 oscilações). De modo que venha ser visualizado um intervalo de tempo ainda menor correspondente a apenas uma oscilação.</p>

TABELA II. (Continuação).

Procedimentos	Print da tela	Descrição dos procedimentos
9ª		<p>Reconhecendo o ponto de máximo e mínimo associado a uma única oscilação. É possível selecionar este intervalo na tabela para construção de um novo gráfico com apenas esta oscilação. Esse gráfico representa uma oscilação completa com uma variação de tempo (ΔT) de 51,54381493s à 52,22353295s. Este dado será usado para o cálculo da constante elástica.</p>

Em seguida, trabalhou-se os dados para a obtenção do período de oscilação, conforme calculado na tabela III, onde também foi apresentado as duas maneiras de calcular a constante elástica k da mola, a partir do período (Eq. 8) e da frequência (Eq. 9).

TABELA II.Cálculo da constante a partir dos dados obtidos.

Cálculo do período a partir do gráfico:	
$T = 52,22353295 - 51,54381493 = 0,67971802s$	
Cálculo da constante a partir do período:	Cálculo da constante a partir da frequência:
$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4\pi^2 (0,172)}{(0,67971802)^2} = 14,6919 \frac{N}{m}$	$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,67971802} = 1,4712 \text{ Hz}$
	$k = 4\pi^2 m f^2 = 4\pi^2 (0,172) \cdot (1,4712)^2 = 14,6919 \frac{N}{m}$

O terceiro momento da sequência didática, que contemplou a 9ª, 10ª e 11ª etapa da tabela I, foi aplicado na semana seguinte. Os alunos foram divididos em 4 grupos de seis ou sete alunos para realização do experimento, atingindo o total de 25 alunos. Inicialmente, mediu-se a massa do celular escolhido para a experiência de cada grupo, preferencialmente aquele que já estava com o *Phyphox* instalado. Na sequência, cada grupo seguiu as orientações do professor (conforme apresentado nas figuras 3, 4 e 5; e nas tabelas II e III) para configurar o tempo e observar o fenômeno da oscilação via aplicativo, bem como calcular a constante elástica da mola. Após o experimento, discutiu-se em sala se os resultados foram coerentes e aproximados comparando os dois experimentos propostos. Ao final da aula foi aplicado um questionário final (Apêndice B) para avaliar a atividade.

III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do questionário inicial pode se aferir alguns dados importantes para discussões do que se analisou na aplicação da sequência. O questionário inicial foi aplicado a 25 alunos com duração de 20 min, conforme tabela I. Nele foram abordadas questões que buscavam identificar o número de alunos que possuem *smartphone*, a finalidade do uso, quais as disciplinas com maior afinidade, os tipos de atividades preferenciais, os recursos utilizados pelo professor nas aulas e também identificar possíveis conceitos sobre Movimento Harmônico Simples (MHS).

Sobre se os estudantes possuíam *smartphone*, verificou-se que 24 (96%) dos alunos possuem celular *smartphone* e desses, 23 (95,8%) tem acesso à internet. Este fato favoreceu o uso da proposta de ensino, com o aplicativo o *Phyphox*, demonstrando que não teria impedimento para realização da atividade.

Os estudantes apontaram como finalidade de uso do *smartphone*, em: redes sociais, aplicativos de entretenimento, aplicativos que facilitam o cotidiano, tais como calculadora, relógio e calendário; além de

alguns tipos de pesquisa, conforme apresentado na figura 6. Observou-se que 22 (88%) alunos fazem uso do celular para pesquisa na internet sobre o conteúdo das aulas, resultado semelhante ao mencionado por Naguto, E. (2014), que segundo o autor a maioria dos alunos costumam utilizar o celular dentro da sala para acessar a internet.

Investigou-se ainda quais disciplinas os educandos tinham maior afinidade, apenas 4 (16%) dos alunos apontaram a Física como favorita. O panorama completo dos apontamentos dos alunos quanto a este tópico de investigação, está apresentado na figura 7. Destaca-se o fato de que considerando apenas as disciplinas de ciências da natureza (aqueles que indicaram: química, física, biologia e outros, especificando temas de ciências) e matemática, somam-se a preferência de 37% do total de alunos.

Quanto aos recursos utilizados nas aulas de Física, os três primeiros itens: “Livro didático ou Xerox de textos fornecidos pelo professor”; “Apresentação de slides projetados por um Data Show” e “Simuladores ou animações”; foram os mais citados pelos estudantes (figura 8). Entretanto, o uso de aplicativos para *smartphone* não foi apontado pelos estudantes. O que demonstra que a proposta de ensino representou ser uma nova metodologia, que poderia ter potencial de atrair a atenção dos alunos. Segundo Marques, J. F. Z. e Marques, K. C. D. (2016) os estudantes demonstram estar motivados com a utilização de *smartphones* em classe para realização de atividades em sala de aula.

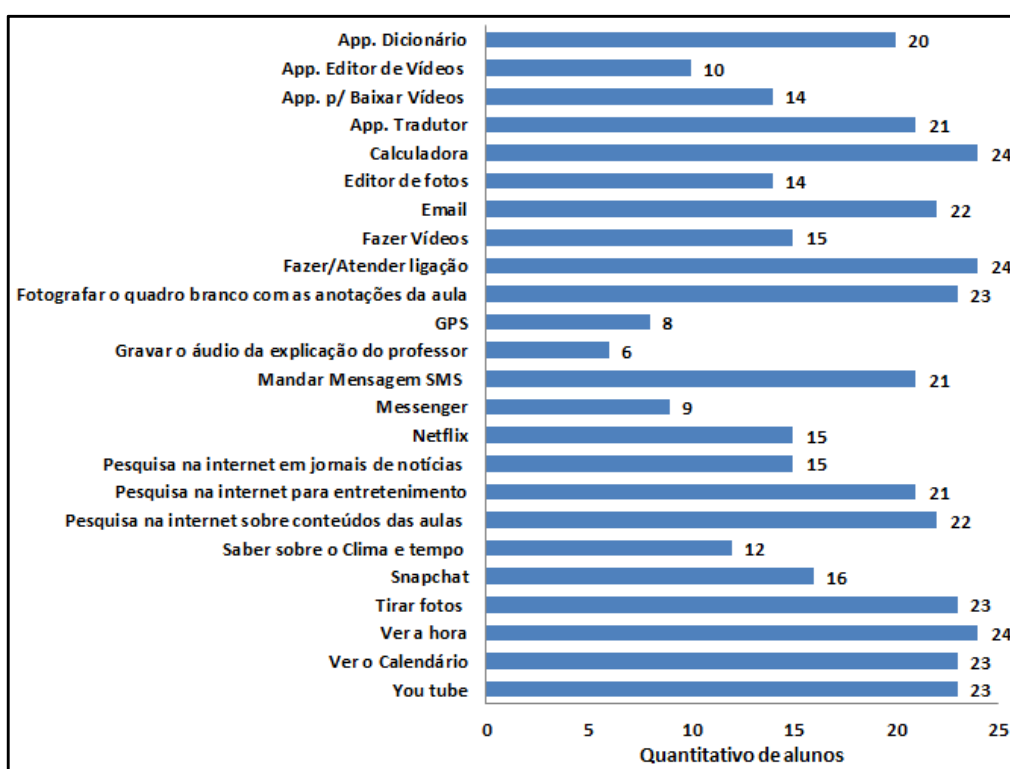


FIGURA 6. Resultados do questionário inicial quanto às funções mais utilizadas no *smartphone*, pelos discentes participantes. Cada item pode ir de 0 a 25, pois poderia ser marcado mais de uma opção.

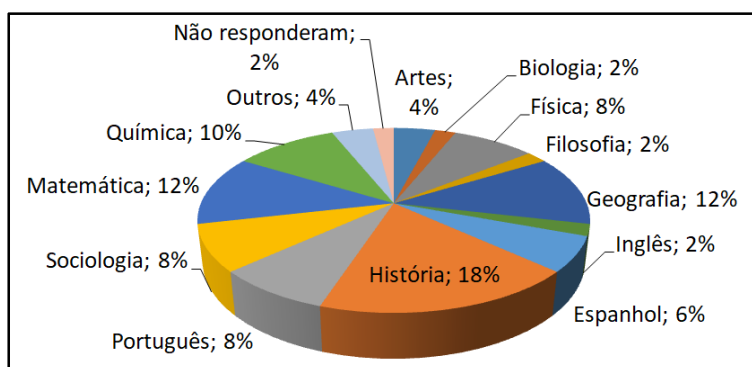


FIGURA 7. Resultados do questionário inicial quanto às componentes curriculares que os estudantes têm mais afinidade.

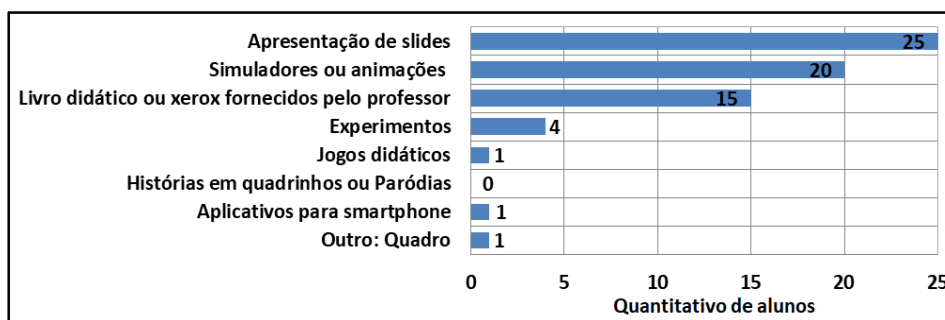


FIGURA 8. Resultados do questionário inicial quanto aos recursos didáticos que já foram utilizados nas aulas regulares de física.

Além disso, o questionário inicial também teve o objetivo de identificar o conhecimento prévio dos alunos em relação ao MHS, para este ser utilizado como ponto de partida para discussão do assunto, de forma a valorizar o que o aluno sabe. Como resultado, apenas um aluno acertou a questão indicando se tratar de um “Movimento, periódico e simétrico de um corpo em torno de um ponto”, no entanto, foi possível perceber que a maioria dos estudantes possuem algum conhecimento sobre MHS, pois 16 estudantes (64%) indicaram o item errado: “Movimento que se repete simultaneamente”, demonstrando que eles reconhecem que o MHS se trata de um movimento que envolve a repetição do mesmo.

Durante a aplicação da sequência didática, pode-se observar que os alunos estavam mais atentos comparado a momentos de aulas de perfil mais tradicional. Este resultado pode ser evidenciado na figura 9, onde 84% dos estudantes avaliaram a proposta da aula como boa ou excelente. Além disso, devido a leitura investigativa a partir de imagens e *GIFs*, percebeu-se uma maior participação dos alunos, pois não foram só os mesmos estudantes que participam em todas as aulas que comentaram as imagens, outros discentes que muitas vezes ficavam mais contidos também se expressaram tentando identificar o que as imagens e *GIFs* representavam e/ou diziam. Pode-se relacionar o observado ao fato das imagens serem potencialmente uma boa metodologia a ser utilizada nas aulas, pois mediante uma provocação por parte do professor, os alunos podem perceber as características de cada imagem e a partir de uma leitura crítica da mesma e usá-las como fonte de conhecimento e de mensagens (Frederico e Gianotto, 2016), bem como ponto de partida para uma discussão mais aprofundada do assunto ou fator motivador para o estudo do tema. Segundo Lencastre, J. A e Chaves, J. H. (2003, p. 2104) “*A nova geração nasceu num mundo rodeado de imagens, e cabe ao professor a responsabilidade da sua introdução de forma eficiente na sala de aula*”.

Após a aplicação da sequência, foi realizada a 11ª etapa, o questionário final, aplicado a 25 alunos com duração de 30 min, conforme tabela I. Foram abordadas questões que buscavam colher informações quanto à opinião dos estudantes sobre a metodologia usada e indícios de aprendizagem sobre o tema, pois abordava questões relacionadas a conceitos sobre a Lei de Hooke e do sistema massa-mola, mais precisamente de Movimento Harmônico Simples. Além de buscar informações sobre as impressões dos discentes em relação a atividade em grupo e compreensão do *Phyphox* aplicado ao ensino de física.

Quando foi perguntado sobre a definição do que seria a constante elástica da mola, alguns alunos não conseguiram definir com precisão, mas explicaram como se determinaria. Outros descreveram o que a constante elástica da mola seria, onde verificou-se que houve uma assimilação muito próxima do conceito físico correto sobre a constante elástica da mola, conforme as falas

Aluno 1: “A elasticidade que a mola tem de se distender a partir de uma força aplicada”; Aluno 2: “A constante elástica da mola é grandeza que depende das características do material de fabricação da mola”; Aluno 3: “A constante elástica da mola é grandeza que faz com que a mola resista às deformações”.

Quanto a identificação da utilização das molas no cotidiano, 23 (92%) alunos indicaram conseguir ver a utilização das molas no seu dia a dia, e apenas 2 (8%) não conseguem ver a aplicação das molas no seu cotidiano. Resultado semelhante foi obtido para o questionamento quanto a identificação de Movimentos Harmônicos simples (MHS). O que favoreceu os estudantes externarem uma definição mais próxima do conceito de MHS, período e frequência, conforme indicadas nas falas dos alunos

Aluno 4: “Movimento Harmônico Simples é o movimento que se repete em intervalos de tempos iguais. Período é o tempo que ocorre o movimento. Frequência é a velocidade com que acontece esse movimento”; Aluno 5: “Movimento Harmônico Simples é um movimento oscilatório e periódico. Período é a medida do tempo dos movimentos que se repetem. Frequência é o número de repetições por unidade de tempo”; Aluno 6: “Movimento Harmônico Simples são movimentos regulares que acontecem em tempos iguais. Período é a medida de tempo de uma oscilação. Frequência é o número de repetições dos movimentos em um segundo”.

Dessa forma pode-se notar que os alunos conseguiram melhor definir o conceito de MHS, comparando com os resultados do questionário inicial, onde o conceito mais evidente e identificado foi apenas a associação com um movimento que se repete. Destaca-se aqui o fato de ser possível identificar na fala dos estudantes, resultados positivos quanto ao problema inicial de ensino, de amenizar o desinteresse dos alunos em sala de aula, apresentar os conceitos de física de forma mais aplicada e prática. Neste caso, quanto às falas dos educandos sobre os temas trabalhados em sala de aula, verificou-se indícios de aprendizagem.

Quanto à forma de trabalhar nas atividades na sala de aula, em grupo, dupla ou individual; no momento inicial: 10 (40%) alunos afirmaram preferir atividades individuais, 6 (24%) optaram por atividades em dupla e 8 (32%) acham a atividade em grupo facilitadora para aprendizagem. Dos que responderam em grupo, 1 aluno afirmou que o ideal seria grupos de 4 componentes, 2 estudantes preferem os grupos com 5 componentes e 5 optaram por grupos com 6 componentes. Este resultado inicial, em comparação com o momento final da proposta de ensino, verificou-se que a grande maioria dos alunos indicaram que realizar a atividade em grupo facilitou a execução do experimento. Neste item, apenas um educando afirmou que poderia fazer toda a montagem e análise dos resultados sozinho.

Além disso, quanto ao uso do *Phyphox* poder auxiliar a visualização do fenômeno e a compreensão do conteúdo, verificou-se que 60% dos alunos indicaram que contribui, 32% afirmaram que contribui um pouco e 8% relataram que não contribui. Aqueles que se posicionaram negativamente não justificam o porquê. Em contrapartida, os que se mostraram favoráveis ao uso do aplicativo como recurso facilitador para compreensão do conteúdo comentaram

Aluno 1: “Muito legal pois envolve mais a gente”; Aluno 2: “Muito melhor, pois a aula fica mais dinâmica”; Aluno 3: “Bom, pois é mais útil para demonstrar como ocorre, facilitando a aprendizagem”.

De forma geral, observou-se que a metodologia utilizada teve boa avaliação por parte dos alunos. A grande maioria considerou a metodologia boa ou excelente, conforme figura 9.

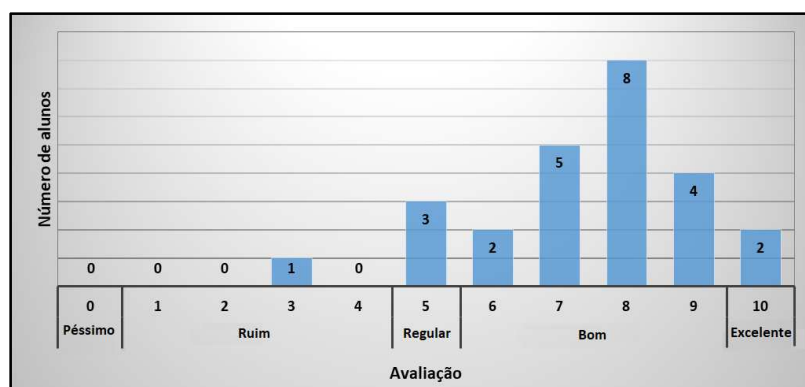


FIGURA 9. Resultados do questionário final segundo a avaliação dos alunos sobre a metodologia utilizada.

Em resumo, as informações colhidas a partir da aplicação dos dois questionários apontam que a utilização de *smartphone* faz parte do cotidiano dos alunos, inclusive com acesso à internet, e que este pode ser usado pelo docente nas aulas experimentais. Além disso a interpretação dos resultados aponta um favorecimento na aprendizagem dos discentes. Indicado também por pesquisa similar, segundo Marques, J. F. Z. e Marques, K. C. D. (2016) a maior parte dos estudantes consideraram que o uso do aplicativo auxiliou na compreensão dos conteúdos e também julgaram interessante o uso do celular na aula, além de relatar que os resultados da pesquisa apontaram que o uso do celular com aplicativos em aulas pode ser interessante aos educandos e que serve como possibilidade de complementar o conteúdo trabalhado.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho envolveu a aplicação de uma sequência didática dividida em três momentos, com a proposta para calcular-se a constante elástica de uma mola a partir de dois experimentos, o primeiro de método mais tradicional usando uma mola e blocos de massa iguais; e o outro mais moderno utilizando um *smartphone* com o aplicativo *Phyphox*. No decorrer da sequência utilizou-se imagens, *GIFs* e um simulador *Phet* “massas e molas”, para identificar conceitos prévios dos alunos, instigá-los e exemplificar a utilização de molas e da ocorrência de MHS no cotidiano introduzindo assim a Lei de Hooke e o conceito de Movimento Harmônico Simples.

Além disso, o trabalho investigou no momento inicial o perfil dos discentes em relação ao uso de *smartphone*, se possuíam o aparelho com acesso à internet, para quais atividades usavam e se já os haviam utilizado para atividades experimentais em sala de aula. Pode-se afirmar a partir dos dados, que os alunos utilizam o *smartphone* com acesso à internet para pesquisas relacionadas às aulas, mas não o utilizam para atividades experimentais.

Com base no questionário inicial ficou claro que o uso de *smartphones* faz parte do cotidiano do perfil de alunos, que o professor pode utilizar dessa tecnologia e pode ser implantada em busca da diversificação do processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos, inclusive os de Física. Destaca-se que um dos objetivos da proposta de ensino, de usar TICs e SEI como ferramentas educacionais para motivar os discentes na participação ativa durante as aulas foi alcançado. Vale ressaltar que qualquer uso de tecnologia em atividades nas salas de aula necessita de planejamento. Pois o uso de *smartphones* sem o devido planejamento pode não alcançar os resultados esperados, inclusive pode prejudicar o andamento das aulas, como por exemplo o uso indevido do celular pelos discentes para outros fins. Além disso, é importante frisar que não são todas as experiências com o uso de *smartphones* que irão tornar o processo de ensino e aprendizagem diversificado e apropriado para determinado tema, em alguns casos o uso de muitos aplicativos ou recursos tecnológicos podem deixar em segundo plano o conceito físico a ser estudado.

Contudo, baseados nos resultados dos questionários inicial e final aplicados, observou-se que a inserção dos *smartphones* com o uso de aplicativos pode atrair os jovens e auxiliam no processo de compreensão dos conteúdos, conforme relatos dos alunos. Assim, é notável a importância de inserir essa ferramenta no ensino de Física. Nesta direção, com os *smartphones* como parceiros no ensino e aprendizado, pode-se cativar e aumentar a atenção dos alunos para as aulas, algo que hoje pode representar um desafio para alguns docentes.

Conclui-se que o uso do aplicativo *Phyphox* instalado em *smartphone* e atrelado à atividade em grupo, serviu para complementar o processo de aprendizagem da lei de Hooke, assim como do movimento harmônico simples através do sistema massa-mola. O trabalho, portanto, mostra que é possível a aplicação da experimentação com o uso de *smartphone* direcionado para o novo perfil de alunos, bem como buscar incentivar outros professores a utilizarem este recurso como ferramenta de ensino.

REFERÊNCIAS

- Arantes, A. R., Miranda, M. e Studart, N. (2010). Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do *PhET*. *Física na Escola*, 11(1), 27-31.
- Carvalho, A. M. P. (2013). O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning.
- Cornell, E. A. e Wieman, C. E. 2001. Bose-Einstein condensation in a dilute gas - The first 70 years and some recent experiments. pdfs.semanticscholar.org/c053/4f9655c62c153c17c6f8df50519b24726bc4.pdf Site consultado em setembro de 2019.
- Frederico, F. T. e Gianotto, D. E. P. (2016). Imagens e o ensino de física: implicações da teoria da dupla codificação. *Revista Ensaio*, 18(3), 117-140.
- Ferraz, A. T. e Sassero, L. H. (2013). Dualidade Argumentativa: Os produtos da argumentação em aulas investigativas. *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC*. 10 a 14 de novembro, Águas de Lindóia, SP.
- Halley, S. H. e McClain, R. E. (2018). Visualizing Sound Directivity Via Smartphones. *The Physics Teacher*, 56(2), 72-74.
- Heckler, V., Saraiva, M. F. O. e Filho, K. S. (2007). O Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29(2), 267-273.
- Kuhn, J. e Vogt, P. (2012). Analyzing spring pendulum phenomena with a *smartphone* acceleration sensor. *The Physics Teacher*, 50, 504-505.
- Lencastre, J. A e Chaves, J. H. (2003). Ensinar Pela Imagem. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, 10(8), 2100-2105.

Lopes, E. M. (2015). O uso do celular como ferramenta de ensino em física. 52 f. TCC (Trabalho de Conclusão do curso de Licenciatura em Física) - Universidade Estadual Paulista, UNESP, Presidente Prudente.

Massas e Molas. (s. f.). Recuperado de https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs/latest/masses-and-springs_pt_BR.html

Naguto, E. (2014). *O uso do aparelho celular dos estudantes na escola*. 100 f. Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação - PPGE) - Faculdade de Educação da Universidade de Brasília, UnB, Brasília.

Nascimento, S. S. (2013). O Mestrado Nacional Profissional de Ensino em Física: a experiência da Sociedade Brasileira de Física. *Polyphonia*, 24(2), 255-268.

Marques, J. F. Z. e Marques, K. C. D. (2016). Utilização de aplicativos por meio de *smartphone* como possibilidades para o Ensino de Química. *XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*. 25 a 28 de julho, Florianópolis, SC.

Matos, I. C. e Leão, M. F. (2018). Catalogação dos simuladores *PhET* de física para serem explorados no processo educativo ao longo do Ensino Médio. *Revista Tecnologias na Educação*, 10(25), 1-13.

Oliveira, N. A. A. e Campos, F. M. (2013). Tecnologia na Educação: a aprendizagem da Língua Inglesa por meio da rede social LiveMocha. *Revista Educação, Cultura e Comunicação - ECCOM*, 4(7), 49-62.

Phyphox.(2016). <https://phyphox.org/> Site acessado em junho de 2019.

Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, 17(especial), 49-67.

Silva, C. O. (2015). *O uso de smartphone para pesquisa em sala de aula, e suas potencialização das aprendizagens em Biologia: um estudo de caso no primeiro ano do Ensino Médio*. Pós-Graduação (Trabalho de conclusão de curso de Especialista em Mídias na Educação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre.

Silva, M. G. (2012). *O uso do aparelho celular em sala de aula*. Monografia (Pós-graduação em Especialista em Mídias na educação) - Universidade Federal do Amapá, UNIFAP, Macapá.

Staacks, S., Hütz, S., Heinke, H. e Stampfer, C. (2018). Advanced tools for *smartphone*-based experiments: *phyphox*. *Physics Education*, 53(045009), 1-6.

Studart, N. (2015). Simulação, games e gamificação no ensino de física. *XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF*. 26 a 30 de janeiro, Uberlândia, MG.

Vieira, L.P., Lara, V.O.M. e Amaral, D.F. (2014). Demonstração da lei do inverso do quadrado com o auxílio de um tablet/smartphone. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, 36(3), 1-3.

Wieman, C. E., Perkins, K. K. e Adams, W. K. (2008). Oersted Medal Lecture 2007: Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, and why. *American Journal of Physics*, 76(4), 393-399.

Yamazaki, S. C. e Yamazaki, R. M. O. (2014) Jogos para o ensino de física, química e biologia: elaboração e utilização espontânea ou método teoricamente fundamentado? *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia - R. B. E. C. T.*, 7(1), 159-181.

APÊNDICE A

Questionário inicial

1- Você tem celular smartphone? Sim Não

Se sim. Você tem internet no celular ou acesso a rede Wi-Fi? Sim Não

2- Marquem as opções que indicam as ações que você realiza no smartphone (pessoal/próprio ou emprestado):

- | | | |
|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> WhatsApp | <input type="checkbox"/> Facebook | <input type="checkbox"/> Instagram |
| <input type="checkbox"/> Twitter | <input type="checkbox"/> Uber | <input type="checkbox"/> Messenger |
| <input type="checkbox"/> Email | <input type="checkbox"/> Calculadora | <input type="checkbox"/> Tirar fotos |
| <input type="checkbox"/> Editor de foto | <input type="checkbox"/> App. Jogos | <input type="checkbox"/> Fazer vídeos |
| <input type="checkbox"/> App. Editor de vídeos | <input type="checkbox"/> App. Dicionário | <input type="checkbox"/> App. Tradutor |
| <input type="checkbox"/> App. Bíblia | <input type="checkbox"/> App. p/ Baixar vídeos | <input type="checkbox"/> GPS |
| <input type="checkbox"/> Snapchat | <input type="checkbox"/> Netflix | <input type="checkbox"/> YouTube |
| <input type="checkbox"/> Fazer/Atender ligação | <input type="checkbox"/> Mandar Mensagem SMS | <input type="checkbox"/> Ver a hora |
| <input type="checkbox"/> Ver o calendário | | |
| <input type="checkbox"/> Saber sobre o Clima e tempo | | |
| <input type="checkbox"/> Pesquisa na internet para entretenimento | | |
| <input type="checkbox"/> Pesquisa na internet em jornais de notícias | | |
| <input type="checkbox"/> Pesquisa na internet sobre conteúdo das aulas | | |
| <input type="checkbox"/> Fotografar o quadro branco com as anotações da aula | | |
| <input type="checkbox"/> Gravar o áudio da explicação do professor | | |
| <input type="checkbox"/> Outro: _____ | | |

3- Quais as duas disciplinas (componentes curriculares) que você mais gosta de estudar na escola?

4- Nas atividades escolares, você prefere trabalhar de forma:

- individual;
- em dupla;
- em grupo. Indique o número ideal de pessoas, em sua opinião: _____

5- Assinale abaixo os recursos didáticos que já foram utilizados nas suas aulas regulares de física.

- Livro didático ou Xerox de textos fornecidos pelo professor.
- Apresentações de slides projetadas por um Data Show.
- Simuladores ou animações.
- Jogos didáticos.
- Histórias em quadrinhos ou tirinhas.
- Experimentos.
- Paródias.
- Aplicativos para smartphone. Qual? _____
- Outro. Qual? _____

6- Pra você, movimento harmônico simples estaria associado à:

- Movimentos que se repetem simultaneamente
- Movimento de um corpo em linha reta, em trajetória simples
- Movimento, periódico e simétrico, de um corpo em torno de um ponto
- Movimento ordenado em apenas um sentido
- Não sei responder

APÊNDICE B

Questionário final

1- Escreva com suas palavras o que é a constante elástica da mola?

2- Você consegue identificar a utilização de molas no cotidiano?

() Sim () Não () Não se aplica

Cite exemplos:

3- Você consegue identificar movimento harmônico simples em situações reais no cotidiano?

() Sim () Não () Não se aplica

Cite exemplos:

4- De acordo com as aulas, o que é movimento harmônico simples, período e frequência?

5- Em sua opinião, o trabalho em grupo facilitou a execução do experimento para medir a constante elástica da mola?

() Sim, pois não conseguiria fazer a montagem do experimento sozinho(a)

() Sim, pois não tenho habilidades para manusear o aplicativo PHYPHOX sozinho(a)

() Sim, pois não conseguiria interpretar o fenômeno físico presente no experimento sozinho(a)

() Sim, pois: _____

() Não, pois teria condições de fazer a montagem do experimento sozinho(a)

() Não, pois tenho habilidades para manusear o aplicativo PHYPHOX sozinho(a)

() Não, pois conseguiria interpretar o fenômeno físico presente no experimento sozinho(a)

() Não, pois: _____

6- Com o uso do aplicativo PHYPHOX no experimento para medir a constante elástica da mola, você conseguiu compreender o conteúdo?

() Sim () Não () Um pouco

Justifique:

7- O que você acha de usar aplicativos para smartphone com objetivo de fazer experimentos de física?

8- Em uma escala de 0 a 10, a metodologia usada para estudar movimento harmônico simples, em sua opinião, foi:

Péssimo		Regular						Excelente		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10