



UEPB

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA

MARIA JULIANA DA SILVA SOUZA

**O USO DA TECNOLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA
EXPERIMENTAL COM O ARDUINO**

CAMPINA GRANDE

2021

MARIA JULIANA DA SILVA SOUZA

O USO DA TECNOLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA
EXPERIMENTAL COM O ARDUINO

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) apresentada ao Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de graduada em física.

Área de concentração: Ensino de Física

Orientador: Prof.^a. Dra. Ruth Brito de Figueiredo Melo

CAMPINA GRANDE

2021

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S729u Souza, Maria Juliana da Silva.
O uso da tecnologia no ensino de Física [manuscrito] :
uma proposta experimental com o Arduino / Maria Juliana da
Silva Souza. - 2021.
27 p.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) -
Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e
Tecnologia , 2021.
"Orientação : Profa. Dra. Ruth Brito de Figueiredo Melo ,
Coordenação do Curso de Física - CCT."
1. Tecnologias educacionais. 2. Metodologias ativas. 3.
Sequência didática. 4. Ensino de Física. I. Título
21. ed. CDD 371.33

MARIA JULIANA DA SILVA SOUZA

**O USO DA TECNOLOGIA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA
EXPERIMENTAL COM O ARDUINO**

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia)
apresentada ao Curso de Licenciatura em Física
da Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
graduada em física.

Área de concentração: Ensino de Física

Aprovada em: 06/10/2021

BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dra. Ruth Brito de Figueiredo Melo (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Ana Roberta da Silva Paulino (Examinadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Thiago Silva Araújo (Examinador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus, por ser meu amparo e minha fortaleza nas horas mais difíceis, pois mesmo eu achando que não iria conseguir, ele sempre me direcionou no caminho certo, me mostrando diversas vezes ao longo da minha caminhada acadêmica que é tudo no tempo dele e que esse tempo é magnífico e acolhedor; a minha “Mãezinha Maria”, por estar sempre cuidando e intercedendo por mim e me consolando nos momentos de angústia.

Ao meu pai que sempre esteve presente em todos os momentos da minha vida, sendo minha principal fonte de inspiração, sem ele nada disso estaria acontecendo ou teria valor, pois sempre acreditou em mim e fez até o impossível para fornecer uma educação de qualidade a mim e aos meus irmãos. A minha mãe (em memória) por toda força que eu nem sei como, mas ela me fornecia: mãe, se orgulha de mim daí!

A minha orientadora professora Ruth, por todo o auxílio prestado, sem dúvida ela fez esse momento tão complicado e decisivo muito mais leve e suportável. Ruth é muito mais que uma professora, é uma amiga, ela acolhe e ensina de uma forma inspiradora, pois me ensinou além de conhecimentos científicos. Para mim, é uma inspiração de mulher e professora da qual eu quero levar para sempre em minha vida.

A minha família de um modo geral por acreditar e sempre incentivar meus estudos. Em especial a minha vó, a mulher mais guerreira que eu já conheci na vida, por toda luta e inspiração; a minha tia Petrócia por tudo que faz por mim desde pequenininha e ao meu irmão Pedro, ele é minha força e inspiração nesse âmbito acadêmico.

A todas as pessoas que eu me deparei neste mundo acadêmico, em especial a Milleny, Aline e Francielli, as quais eu quero levar para a vida. Com elas, a graduação com certeza foi mais leve e suportável.

Aos meus amigos de modo geral e em especial a Emilly e Thamisis, que aguentaram minhas lamentações diárias, minhas reclamações, meus choros, mas que sempre procuraram me incentivar, me dar forças e me mostrar aonde eu queria chegar. Obrigada, vocês são tudo para mim.

A todos os professores da UEPB, os quais eu tive a honra de conhecer e trocar conhecimentos, meu muito obrigada. Sem vocês nada disso estaria sendo possível.

Ao CNPq, pela oportunidade de desenvolver um trabalho tão incrível e que abrange um leque de oportunidades como este, mesmo na atual situação que estamos vivenciando, com tão pouco investimento na educação e pesquisa. Por fim, meus mais sinceros agradecimentos a todos que já passaram pela minha vida e que contribuíram direta ou indiretamente na mulher que sou hoje.

AS TIC E O ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA COM O USO DO ARDUINO

TIC AND PHYSICS TEACHING: A PROPOSAL WITH THE USE OF ARDUINO

RESUMO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tem ressignificado, em tempos de pandemia (Covid-19), o processo educativo, uma vez que professores e alunos precisaram se adequar as novas normas estabelecidas segundo protocolo sanitário, devido às restrições que foram impostas. Diante deste cenário, o uso das metodologias ativas, (sala de aula invertida, gamificação) e da experimentação com Arduino e Excel, ganharam destaque, uma vez, que as mesmas podem possibilitar o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas, relacionando-as com o cotidiano do aluno (CAVALCANTE, TAVOLARO e MOLISANI, 2011; MARTINAZZO et al., 2014; WANG, 2015; SILVA, 2018; GOMES et al., 2018). Nesse contexto, este trabalho teve por objetivo, apresentar a aplicação de uma proposta didática com alunos do curso de licenciatura em Física da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), na disciplina de Infotecnologia para o ensino da Física, sobre os conceitos físicos do conteúdo de oscilações e sistema massa mola, em que foi utilizado a sala de aula invertida, a gamificação e um experimento confeccionado com o Arduino e materiais de baixo custo. A pesquisa, foi fruto de dois projetos, da cota 2020/2021, sendo um de PIBIC e o outro de extensão (PROBEX), vinculados a UEPB, em que os projetos envolveram atividades experimentais com a utilização do Arduino e do software Excel. Após a análise dos questionários respondidos pelos alunos, durante a aplicação da proposta, foi possível perceber que a utilização do experimento com o Arduino e da ferramenta gamificada Kahoot, apresentaram contribuições positivas no processo de ensino do conteúdo físico trabalhado, uma vez que, a maioria dos alunos, responderam de forma correta os questionamentos propostos.

Palavras-chave: Tecnologia de Informação e Comunicação. Metodologias Ativas. Gamificação. Sistema massa mola.

ABSTRACT

Information and Communication Technologies (ICT) have given new meaning, in times of pandemic (Covid-19), to the educational process, since teachers and students needed to adapt to the new norms established according to the sanitary protocol, due to the restrictions that were imposed. Given this scenario, the use of the methodologies active, (inverted classroom, gamification) and experimentation with Arduino and Excel, gained prominence, since they can enable the development of new pedagogical practices, relating them to everyday life of the student (CAVALCANTE, TAVOLARO and MOLISANI, 2011; MARTINAZZO et al., 2014; WANG, 2015; SILVA, 2018; GOMES et al., 2018). In this context, this work aimed to present an application of a didactic proposal with students of the degree course in Physics at the State University of Paraíba (UEPB), in the discipline of Infotechnology for the teaching of Physics, on the physical concepts of the content of oscillations and spring mass system, in which an inverted classroom, gamification and an experiment made with Arduino and low-cost materials were used. The research was the result of two projects, within the 2020/2021 quota, one of PIBIC and the other of extension (PROBEX), linked to UEPB, in which the projects involved experimental activities using Arduino and software Excel. After analyzing the questionnaires answered by the students, during the application of the proposal, it was possible to see that the use of the experiment with the Arduino and the gamified tool Kahoot, personal aggregation in the process of teaching the physical content worked, since most of the students, answered the proposed questions correctly.

Keywords: Information and Communication Technology. Active Methodologies. Gamification. Spring mass system.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 AS TIC E SUA UTILIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA	9
2.1 Oscilação e sistema massa mola	12
3 METODOLOGIA	14
3.1 Sequência Didática	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1 Análise das questões do 2º encontro	17
4.2 Análise das questões do 3º Encontro	19
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
APÊNDICE A - ROTEIRO DO EXPERIMENTO COM O ARDUINO	25
APÊNDICE B - ATIVIDADE COM A UTILIZAÇÃO DO KAHOOT.....	26
APÊNDICE C - FOTOS DA PESQUISA	27

1 INTRODUÇÃO

Com o surgimento da Covid-19 em 2020, o mundo enfrentou a maior pandemia do século XXI, afetando países em diferentes aspectos da sociedade e causando mudanças emergenciais, inclusive na área da educação. Por consequência, foi necessário suspender as atividades presenciais de creches, escolas, universidades e os demais espaços formais ou não-formais de ensino, sendo eles de âmbito público ou privado, tendo como a única alternativa o ensino remoto emergencial como forma de dar continuidade as atividades educacionais. Dessa forma, professores tiveram que desenvolver novas habilidades voltadas as tecnologias digitais, adotando o modelo de ensino remoto, algo praticamente novo, pois fugia totalmente da realidade vivenciada, até mesmo para aqueles que em suas aulas, usavam ambientes virtuais de aprendizagem (AVA).

De acordo com Cunha, Silva e Silva (2020) essa situação, gerou uma obrigatoriedade de professores e estudantes migrarem para plataformas digitais devido a suspensão das atividades presenciais, utilizando estratégias necessárias tais como aulas on-line ou gravadas, transmitidas via TV aberta, rádio, redes sociais (Facebook, Instagram, Whatsapp, Youtube), páginas/portais eletrônicos das secretarias de educação, ambientes virtuais de aprendizagem ou plataformas digitais/on-line, como o Google Classroom e o Google Meet, além de aplicativos e disponibilização de materiais digitais e atividades variadas em redes.

Mais do que dominar essas novas ferramentas, se fez necessário criar modelos de aprendizagem virtuais que incorporassem processos de desconstrução e que promovessem ambientes de aprendizagem colaborativas e construtivistas nas plataformas escolhidas (MONTEIRO; MOREIRA; ALMEIDA, 2012). Dessa forma, o ensino remoto contribuiu ainda mais para aperfeiçoar, refutar ou corroborar as potencialidades das tecnologias digitais e das metodologias ativas no processo educativo, como a sala de aula invertida, o uso de software e gamificação. Assim, utilizando os Ambientes Virtuais de Aprendizagem com diferentes estratégias pedagógicas e metodologias ativas de ensino aprendizagem, promovendo a construção de um conhecimento rico e diverso (GOMES et al., 2018; SPALDING et al., 2020).

Para Soares e Borges (2010) existem diferentes modalidades do uso do computador e das TIC (Tecnologias de informação e comunicação) para o ensino, porém, a sua utilização acaba ficando restrita, muitas vezes, à digitação de trabalhos e pesquisas na internet, não ultrapassando o uso de tabelas para a construção de gráficos. Então surge um questionamento: como possibilitar uma aprendizagem mais dinâmica dos conceitos físicos no ensino remoto,

utilizando as tecnologias existentes? Sabemos, que vários professores vem buscando novas formas e alternativas de trabalhar o uso dessas tecnologias digitais em suas aulas, não focando apenas no ensino expositivo, mas trazendo diversas possibilidades para o ensino de física que vão desde ao uso do computador na modelagem e simulação, na realidade virtual e nos materiais multimídia (TRINDADE E FIOLEAIS 2003).

Dentro dessa abordagem da utilização das TIC, podemos citar a metodologia experimental na aquisição de dados por computador através da utilização do Arduino e do software Excel, os quais representam uma possibilidade real de uso das técnicas de análise estatística de dados experimentais estudados no curso de Física e engenharias (CAVALCANTE, TAVOLARO e MOLISANI, 2011). Neste contexto, o computador pode ser introduzido nas salas de aulas e laboratórios como ferramentas facilitadoras do ensino-aprendizagem e servir como fonte de estímulo e criatividade (BARROSO, FELIPE e SILVA, 2006).

Baseado nesses fatos, este trabalho tem por objetivo, aplicar uma proposta didática de utilização da experimentação com Arduino, da sala de aula invertida e da gamificação para o ensino remoto dos conceitos físicos do conteúdo de oscilações e sistema massa mola, em duas turmas de licenciatura em física da UEPB. Essa pesquisa, foi fruto de dois projetos, ambos participantes da cota 2020/2021, sendo um de PIBIC e o outro de extensão (PROBEX), vinculados a Universidade Estadual da Paraíba, em que os projetos envolvem atividades experimentais com a utilização do Arduino.

2 AS TIC E SUA UTILIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Para Lankshear (2007) as práticas sociais contemporâneas formais e informais do nosso dia a dia, têm uma natureza mais participativa, colaborativa e distribuída. Nesse contexto, as instituições educacionais estão cada dia mais atentas as inovações e as ferramentas atuais para o ensino, dando enfoque ao uso das metodologias ativas, que priorizam o aluno com o ensino por projetos de forma interdisciplinar, com a utilização por exemplo do ensino híbrido, da gamificação e da sala de aula invertida, tendo o professor não como transmissor do conhecimento, mas como mediador do processo. Para (GOMES et al., 2018) o uso das metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem explicita uma troca de experiência entre os integrantes, o que promove a construção de um conhecimento rico e diverso.

As tecnologias digitais começaram a fazer parte do ensino, proporcionando acesso rápido a uma grande quantidade de informação, modificando as formas de pensar e de construir conhecimentos (LÉVY 2000). Apesar da proporção que as tecnologias vinham sendo adotadas pelos professores, ainda assim era algo novo e pouco usado na sala de aula, pois muitos dos professores tinham receio por não saber usarem a seu favor.

Diversas dificuldades enfrentadas pelos professores de física em sala de aula não são recentes e nesta pandemia dificultou ainda mais, com isso várias estratégias têm surgido para facilitar o ensino dessa disciplina. Diante das diversas possibilidades de ferramentas, aplicativos e metodologias existentes podemos citar os games, que surgiu como recurso didático para motivar os alunos no ensino-aprendizagem.

Com o grande desenvolvimento e uma demanda muito maior pelas TIC, fortaleceu-se ainda mais a indústria de games, os quais passaram a fazer parte do dia a dia dos alunos, tornando-se um meio cultural e uma fonte de experiências formativa para a geração contemporânea, equivalente à televisão em gerações anteriores (DETERDING et al., 2011).

Segundo (ECK, 2006) a introdução dos games em sala de aula ocorreu principalmente devido ao seu caráter lúdico e sua capacidade de motivar e envolver o usuário, pois costumam ser prazerosos e eficazes, não necessariamente “por causa do que são, mas por causa do que eles incorporam”. Os games tem um alto poder de entretenimento por possuir uma forma lúdica e atraente e isso vem influenciando não somente os jovens, mas também a sociedade em si, mudando a maneira de pensar e agir dos seus usuários. Além disso, o game desperta habilidades, estratégias, competição, cooperação, feedbacks imediatos, possibilidade de enxergar o erro no processo etc.

Com o avanço positivo dos games no ensino aprendizagem, foi desenvolvido um fenômeno novo e distinto chamado gamificação, a qual traz possibilidades de resolver e potencializar aprendizagens em diferentes áreas do conhecimento, motivando o aumento das atividades e retendo a atenção dos usuários, apresentando o uso de mecânicas, estética e pensamento dos games para envolver pessoas, motivar a ação, promover a aprendizagem e resolver problemas (KAPP, 2012).

Sabendo que a gamificação já havia sendo utilizada no meio corporativista, na qual algumas empresas, principalmente no marketing, incorporaram alguns elementos em suas atividades para fidelização do cliente e para a capacitação de profissionais, tendo muito sucesso (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011; ALVES, 2015), ela foi surpreendida com a possibilidade de aplicar os conhecimentos de design de games para auxiliar no processo de ensino e no ambiente de aprendizagem. Segundo Fardo (2013), a gamificação usa as mesmas estratégias, métodos e pensamentos utilizados nos jogos para resolver problemas em situações do mundo real.

No processo de ensino-aprendizagem existem pelo menos dois tipos de gamificações: a estrutural e a de conteúdo. A primeira trata-se de aplicar de forma nítida os elementos dos games sem alterar seu contexto, o seu conteúdo é distribuído em diferentes fontes, onde seu principal foco é conduzir o aprendiz pelo processo de aprendizagem. Já a gamificação de conteúdo, o contexto é alterado para parecer mais com um jogo e o seu conteúdo é moldado ao mecanismo de fundamento do jogo. Além disso, para Li et al. (2012), o sistema gamificado aumenta o engajamento subjetivo e níveis de prazer do usuário como também contribui para o processo de criação do conhecimento e melhoria da aprendizagem.

Pensando nessa segunda alternativa, o kahoot vem se destacando muito como ferramenta de avaliação gamificada, permitindo a utilização de elementos como: regras claras, feedbacks imediatos, pontuação, rankings, tempo, reflexão, inclusão do erro, colaboração; e diversão (WANG, 2015; SILVA et al., 2018).

Outra ferramenta bastante utilizada e eficaz no ensino de física é a experimentação. Para Rosa (2003), a experimentação sempre esteve presente como coadjuvante no processo evolutivo da Física, mostrando ao longo da história o seu status de ciência da experiência. Desta forma, nota-se que é a partir da física experimental que os alunos se sentem motivados e adquirem habilidades de relacionar os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas com a experimentação, fazendo com que possam analisar e resolver problemas de uma forma mais eficaz. Com isso, a atividade experimental visa aplicar a teoria na resolução de problemas e dar

significado à aprendizagem da Ciência, constituindo-se como uma verdadeira atividade teórico-experimental (ZANON; FREITAS, 2007).

De acordo com Guimarães (2009, p.198):

a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação. Nessa perspectiva, o conteúdo a ser trabalhado caracteriza-se como resposta aos questionamentos feitos pelos educandos durante a interação com o contexto criado.

É através da experimentação que os alunos são incentivados a raciocinar e a adquirir competências de aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, ofertando condições para refletirem e reverem suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados, podendo assim atingir um nível de aprendizado que lhes permita efetuar uma reestruturação de seus modelos explicativos dos fenômenos (ARAÚJO, ABIB, 2003, p. 176).

Sabendo que apenas a utilização do ensino unicamente expositivo, não atende as necessidades educacionais dos alunos, o uso das TIC e da experimentação, se apresenta como uma possibilidade eficaz para a construção do conhecimento, e, dentro do leque de possibilidades, uma alternativa possível seria a aquisição de dados nas aulas e nos laboratórios do ensino de física. A experimentação enriquece as experiências de aprendizagem propiciando alternativas para o aluno compreender e relacionar os resultados obtidos e os conceitos vinculados à fundamentação teórica do experimento e, assim, trazer a Física escondida entre os números e fórmulas para o ‘mundo real’ (HAAG, ARAUJO e VEIT, 2005).

A aquisição automática de dados é baseada na logística digital e na analógica de dados para a porta de jogos, porta serial, porta paralela e nos dias de hoje, as portas USB (Porta Serial Universal) dos computadores e notebooks pessoais. Essa aquisição é baseada em uma placa microcontrolada, que são chips eletrônicos que possuem uma Unidade Central de Processamento (CPU), uma Unidade Aritmético-Lógica (ALU), as linhas de dados, as linhas de endereço para comunicação serial, times, osciladores e dispositivos de I/Os (entradas e saídas). Podendo também ser utilizado para desenvolver objetos interativos, assim como pode ser conectado no computador, na rede, internet e agir sobre eles. Além disso, pode ser conectado a qualquer dispositivo que envie, receba dados e que possa ser controlado (MCROBERTS, 2011).

Pensando na sua diversidade e sua forma ampla de se trabalhar, o Arduino vem sendo empregado de diversas maneiras no ensino da física. Sendo possível formular hipóteses, rapidamente comparar resultados obtidos com os previstos pelo modelo teórico, explicar possíveis diferenças entre o previsto e o observado e ainda, reformular suas hipóteses, fazer

ajustes experimentais, a fim de testá-las novamente (CAVALCANTE, TAVOLARO e MOLISANI, 2011).

No que diz respeito ao Ensino de Física, tem grande aplicabilidade, pois é possível lê dados de qualquer fenômeno físico detectável por sensores a partir de suas portas digitais e analógicas. Entre os fenômenos estudados até o momento estão: aceleração, movimento uniformemente variado, oscilação, resfriamento, evaporação e queda dos corpos (MARTINAZZO et al., 2014).

O Arduino pode promover a interação física entre o ambiente e o computador utilizando dispositivos eletrônicos de forma simples e baseada em softwares e hardwares livres, no qual, através da utilização de conectores USB, permite fazer a interligação com um computador, além de possuir diversos pinos que permitem a conexão com circuitos eletrônicos externos, como motores, relés, sensores luminosos, diodos laser, alto falantes, microfones etc. (MONK, 2014).

Sua plataforma, tanto em software, quanto em hardware, é open-source (código aberto), o que facilita muito o seu uso de disseminação, no qual apresenta um número infindável de bibliotecas e tutoriais disponíveis na web para muitas aplicações. Esses fatos nos permitem enfatizar a simplicidade do uso da plataforma Arduino como aquisição e automação de dados, aliado ao custo relativamente baixo e os resultados apresentados, contribuindo significativamente para tornar o laboratório didático de física um ambiente de investigação (CAVALCANTE, TAVOLARO e MOLISANI, 2011).

2.1 Oscilação e sistema massa mola

Podemos definir oscilação como um fenômeno que apresenta uma periodicidade de uma ou mais grandezas envolvidas, além de um caráter inversor delas, associando a uma amplitude, como por exemplo a oscilação de um sistema massa mola. Uma propriedade importante para o movimento oscilatório é a sua frequência (f), que é o número de oscilações completas por segundo, sendo sua unidade pelo Sistema Internacional de Medidas (SI) o hertz (Hz), e o período (T) que é o tempo necessário para uma oscilação completa, dado pelo inverso da frequência, sendo a unidade expressa em segundos (HALLIDAY, 2016).

Todo movimento que se repete em intervalos regulares é chamado de movimento periódico ou movimento harmônico. O sistema massa-mola é considerado um dos tipos mais simples de osciladores harmônicos, e se dá a partir do momento em que a mola tem o seu comprimento original alterado, acumulando energia potencial elástica, e, esta energia, possui

uma força associada, chamada de força restauradora, ou força elástica, que é proporcional ao deslocamento da posição de equilíbrio (HALLIDAY, 2016).

Experimentalmente falando, quanto maior for a massa de um corpo suspenso, mais lentamente o pêndulo oscilará, e quando maior for a constante elástica da mola (mais dura), mais rapidamente o pêndulo oscilará. Assim, o seu período de oscilação não depende de sua amplitude, fazendo com que sua massa tenha a mesma oscilação tanto para uma amplitude de 10cm, quanto para uma amplitude de 20cm, ambas com o período (T).

Para calcularmos uma oscilação de um sistema massa-mola, sabemos que é necessário perceber que a força resultante sobre o corpo de massa (m) é uma força elástica, e que essa força é equivalente ao produto da massa do corpo pela aceleração. Para o caso particular em que o corpo elástico é uma mola, a constante de força (k) recebe a denominação de constante elástica da mola, e, como podemos observar através da Lei de Hooke, a qual descreve a força restauradora que existe em diversos sistemas quando comprimidos ou distendidos, conforme equação 1 (HALLIDAY, 2016, vol.2):

$$F = -k \cdot x \quad \text{equação 1}$$

O sinal negativo indica que a força é uma força restauradora; isto é, ela tem o sentido oposto ao deslocamento a partir da posição do equilíbrio. (TIPLER, 2012, vol. 1)

E pela a segunda lei de Newton:

$$F = m \cdot a \quad \text{equação 2}$$

Igualando uma na outra, temos:

$$m \cdot a = -k \cdot x \quad \text{equação 3}$$

com isso, podemos obter a aceleração como sendo:

$$a = -\frac{kx}{m} \quad \text{equação 4}$$

Sabendo que que constante w é chamada de frequência angular e que é dada por $w = \sqrt{\frac{k}{m}}$, temos segundo (TIPLER, 2012, vol. 1):

$$a = -w^2 \cdot x \quad \text{equação 5}$$

Relacionando as equações horárias gerais do MHS, a aceleração (a) pode ser calculada por $a = -\omega^2 x$. Com isso, é possível escrever as demais equações para o oscilador massa-mola:

$$w = 2\pi f \rightarrow f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{k/m} \quad \text{equação 6}$$

$$w = \frac{2\pi}{T} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{m/k} \quad \text{equação 7}$$

3 METODOLOGIA

O presente trabalho, trata-se de uma pesquisa exploratória em que foi desenvolvida uma sequência didática sobre o conteúdo físico oscilação massa-mola, com a utilização de algumas metodologias ativas como a sala de aula invertida, a gamificação, como também uma abordagem experimental com o Arduino e o software Excel (versão 2019). Participaram da pesquisa, 12 alunos da turma de Infotecnologia para o ensino da física, do Curso de licenciatura em física da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB).

O experimento que foi desenvolvido para a pesquisa, fez parte do projeto de extensão e de Pibic da cota 2020/2021 vinculados a UEPB, e que tem como objetivo desenvolver experimentos didáticos com o Arduino para utilização em sala de aula. A sequência didática foi desenvolvida para ser trabalhada com turmas do 2º ano do Ensino Médio, porém devido a pandemia, foi aplicada em caráter experimental na turma de Infotecnologia. A pesquisa foi organizada em três encontros com duração de 1h20 minutos cada, correspondendo a duas aulas de 40 minutos cada encontro. As aulas foram realizadas utilizando a plataforma google meet e foi toda desenvolvida de forma remota.

3.1 Sequência Didática

Objetivos

- Conectar conteúdos e habilidades a serem desenvolvidos na aula;
- Compreender o uso das metodologias ativas no ensino, em específico a sala de aula invertida e a gamificação;
- Aprender os conceitos de oscilações e sistemas massa mola, aplicando-o ao nosso dia-a-dia;
- Entender o funcionamento da Plataforma Arduino e relacioná-lo com o conteúdo em estudo;
- Compreender as diferentes linguagens que a Física se expressa: tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para expressão do saber físico;
- Relacionar grandezas, quantificar, identificar parâmetros relevantes

Público alvo: Estudantes do 2º Ano do Ensino Médio.

Conteúdos Abordados: Oscilações e sistema massa mola.

Material utilizado: Notebook, software Excel, aplicativo solver, experimento com Arduino, internet.

Avaliação: Avaliação contínua e levará em conta a participação do aluno em sala de aula, na experimentação e nas atividades através do aplicativo kahoot¹ realizadas pelo professor.

Percurso metodológico da Sequência didática

1º Encontro

Neste encontro, foi apresentado aos estudantes o uso das metodologias ativas, em específico a sala de aula invertida e o uso da gamificação. Em seguida, foi fornecido previamente o tema do conteúdo físico (massa mola) que seria trabalhado posteriormente com a utilização do Arduino. De posse da temática, os alunos colocaram em prática a sala de aula invertida onde pesquisaram sobre o tema abordado. Logo após, foi feita uma discussão sobre as opiniões dos alunos com a mediação da professora da disciplina transformando a sala de aula em um ambiente interativo e dinâmico.

2º Encontro

Tendo êxito na dinâmica da sala de aula invertida na intervenção passada, partimos para a aula experimental. Foi explicado o objetivo do experimento aos alunos, a função de cada parte dos materiais utilizados e a importância das TIC, como motivadora desse processo construtivo, enfatizando a utilização do Arduino, seguindo o roteiro disposto no Apêndice A. Tendo em vista que todos entenderam o processo e a necessidade de cada parte para a sua construção, o experimento foi executado de forma virtual pela plataforma google meet. A figura 2 mostra o equipamento experimental que foi utilizado durante esta parte da pesquisa.

¹ Disponível em: <https://kahoot.com/>

Figura2: Experimento Oscilação massa-mola.



Fonte: dados da pesquisa

Após a realização do experimento, os alunos responderam as seguintes questões:

1. Qual a relação da experimentação com o conteúdo estudado?
2. Qual a importância do experimento utilizando o Arduino, o Excel e a ferramenta solver?
Você conseguiria obter os mesmos resultados sem sua utilização?
3. O que podemos compreender dos resultados obtidos?

3º Encontro

Após a aplicação da sala de aula invertida e da experimentação com o Arduino, foi aplicado um Quiz com a utilização da ferramenta gamificada kahoot, com um jogo de perguntas e respostas, em que, além de avaliar as respostas dadas corretamente, foi analisado o tempo levado para responder, sendo apresentado no final, um ranking com a pontuação de cada pessoa que respondeu o desafio. As questões trabalhadas, foram relacionadas ao conteúdo físico envolvido na proposta (Apêndice B).

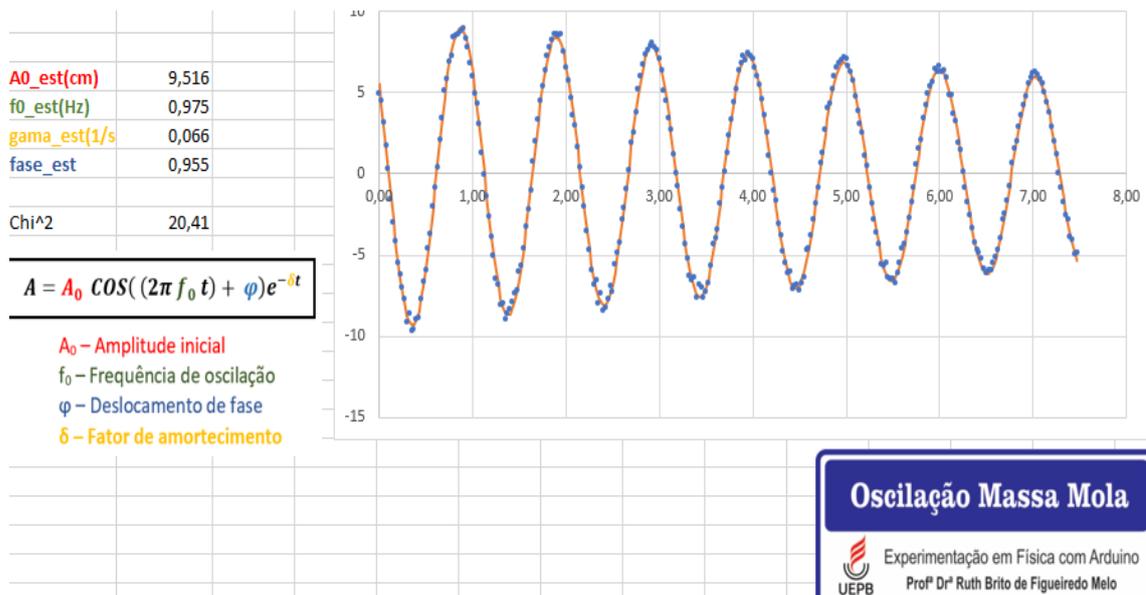
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da sequência didática foi realizada em três encontros, conforme explanado na metodologia. No primeiro encontro, os alunos conheceram sobre o uso das metodologias ativas, em específico a sala de aula invertida e o uso da gamificação, em que foi atribuído a eles o conteúdo físico oscilação massa mola, para que pesquisassem sobre a temática para ser discutida no 2º encontro. Para os dados obtidos, utilizamos a análise qualitativa dos dados.

4.1 Análise das questões do 2º encontro

Nesse encontro, foi discutido sobre a temática de oscilação massa mola, em que os alunos colocaram em prática a sala de aula invertida. Logo após, tivemos a realização do experimento com a utilização do Arduino. Na realização do experimento, foi discutido com os alunos sobre as variáveis físicas, fazendo-lhes questionamentos a fim de instigá-los a pensar sobre a função do experimento e sua relação com o conteúdo trabalhado, mostrando a função do Arduino na obtenção dos dados, a função do software Excel no tratamento dos mesmos e na obtenção do gráfico, bem como o ajuste feito pela ferramenta solver. A figura 3, apresenta o gráfico da função, obtido com os dados do experimento massa mola:

Figura 3: Gráfico sobre a oscilação massa-mola com o Arduino



Fonte: Dados da pesquisa do projeto Pibic e Probex 202/2021

O sistema utilizado para este experimento, foi a caracterização de uma oscilação massa-mola amortecida, apresentando um movimento harmônico de oscilação. Na experimentação – como mostra a figura 2, temos uma mola e quando adicionamos o disco (massa) na extremidade inferior dessa mola, a mesma sai da posição de equilíbrio fazendo o sistema oscilar em uma determinada frequência.

Ao registrarmos o movimento de oscilação graficamente, temos uma amplitude em função do tempo. Com o passar do tempo observamos que o sistema oscila, mas que amortece, pois possui uma pequena força de arrasto – uma força de freio. Quando calculamos a amplitude dessa oscilação chegamos na equação deste tipo:

$$A = A_0 \cos(2\pi f_0 t) + \varphi) e^{-\delta t} \quad \text{equação 8}$$

Em que:

A_0 = Amplitude inicial

f_0 = Frequência de oscilação

φ = Deslocamento de fase

δ = Fator de amortecimento

Fazendo uma análise do experimento através do gráfico da figura 4, percebemos que o sistema amortece e que temos uma amplitude de oscilação em função do tempo, apresentando as variáveis físicas envolvidas no movimento, como preconizado teoricamente, obedecendo a equação 8. Devido a pandemia, o experimento foi gravado e mostrado aos alunos via google meet. Em seguida, eles responderam a um questionário com três perguntas abertas. Na primeira, foi perguntado: Qual a relação da experimentação com o conteúdo estudado? Analisando a resposta dos 12 alunos, ambos comentaram que a experimentação é uma ótima alternativa de relacionar na prática o que foi aprendido no conteúdo estudado, principalmente para que os alunos possam compreender que a física está presente no nosso dia a dia. Assim, o Arduino pode ser utilizado para tornar mais fácil a conexão entre o mundo físico e digital, através de projetos de cunho experimental.

Na segunda questão, foi perguntado sobre qual a importância do experimento utilizando o Arduino, o Excel e a ferramenta solver, e se eles conseguiriam obter os mesmos resultados sem a utilização do Arduino. Os 12 alunos responderam que não seria capaz de obter resultados

tão precisos sem a utilização do Arduino, o Excel e a ferramenta solver, pois eles contribuem e facilitam a obtenção de dados, assim o experimento passa a ter outra visão: uma forma mais dinâmica e com resultados mais significativos e conclusivos. Com isso, é de suma importância a utilização deles para os mais diversos experimentos, pois quanto mais conclusivo for seus dados e seus resultados, mais relevantes se torna a pesquisa (fala dos alunos).

Na terceira e última questão, perguntamos o que eles podiam compreender sobre os resultados obtidos com o experimento realizado. Dentre as respostas obtidas pelos os alunos, 5 responderam relacionando a pergunta com o conteúdo sistema massa mola estudado, concluindo que o movimento gerado pelo sistema massa mola é oscilatório, assim realiza um movimento harmônico que podemos observar a amplitude do sistema que vai diminuindo pela força de arrasto, por se tratar de um sistema massa mola amortecido. Já os outros 7 alunos relacionaram com a utilização da ferramenta tecnológica, podendo compreender que os resultados obtidos na experimentação utilizando o Arduino são menos discrepantes.

Dessa forma, para a análise das três questões do segundo encontro da pesquisa, podemos citar Haag, Araújo e Veit (2005) quando comentam que a experimentação enriquece as experiências de aprendizagem, ofertando possibilidades para o aluno compreender e relacionar os resultados obtidos, com a parte conceitual. Também dentro desta abordagem, Cavalcante, Tavolaro e Molisani, (2011) comentam que o Arduino é um exemplo desse tipo de utilização, principalmente no desenvolvimento de atividades experimentais educacionais, em que permite reformular hipóteses, fazer ajustes experimentais, promovendo a interação física entre o ambiente e o computador utilizando dispositivos eletrônicos de forma simples.

4.2 Análise das questões do 3º Encontro

Após a aplicação da sala de aula invertida e da experimentação com o Arduino, aplicamos um *Quiz* com a utilização da ferramenta gamificada *kahoot*. As questões trabalhadas estão dispostas no Apêndice B. Durante a aplicação, os alunos interagiram bastante e destacaram em seus comentários a facilidade do uso da ferramenta. Na primeira questão, foi perguntado qual era a força presente no sistema massa mola a partir do momento em que ela tem o seu comprimento original alterado; dos 12 alunos que responderam o Quiz, 3 responderam de forma incorreta apontando que a força presente no sistema massa mola era força peso e os outros 9 responderam de forma correta que a força presente no sistema seria a força elástica.

Na segunda questão, foi perguntado como podemos caracterizar o movimento harmônico simples (MHS); dos 12 que responderam, 3 falaram incorretamente alegando que era um movimento sobre uma trajetória circular com velocidade constante, 8 responderam de forma correta afirmando que o movimento harmônico simples seria todo movimento que se repete em intervalos regulares e 1 dos alunos não respondeu à questão.

Na terceira pergunta, os alunos foram questionados se era verdadeira ou falsa a afirmação que no experimento realizado houve uma oscilação massa-mola amortecida apresentando um movimento harmônico de oscilação. Dessa forma, 2 responderam de forma incorreta, que a afirmação era falsa e os outros 10 responderam corretamente, que a afirmação era verdadeira.

Na quarta questão, foi perguntado como podemos definir o Arduino; 3 alunos responderam de forma incorreta que seria um dispositivo de entrada e saída de dados experimentais, 7 alunos responderam de forma correta, que a utilização do Arduino possibilita a construção de atividades experimentais e 2 alunos não responderam esta questão.

Na quinta questão foi questionado qual ferramenta do Excel foi utilizada para auxiliar no ajuste de dados e do gráfico obtido no experimento; 3 alunos responderam de forma incorreta alegando ser o SAS; outros 3 também responderam de forma incorreta que o auxiliador teria sido a tabela dinâmica, e por fim, 6 responderam de forma correta que o SOLVER seria a ferramenta auxiliadora no ajuste dos dados.

Por fim, na sexta e última questão proposta, foi perguntado o que aconteceu quando foi adicionado o disco (massa) a mola no experimento; 3 dos alunos responderam de forma incorreta que a mola fica com uma elasticidade muito elevada; 1 aluno respondeu de forma incorreta que a mola fica em equilíbrio e o sistema não oscila, e os outros 8 alunos responderam de forma correta que a mola sai da posição de equilíbrio fazendo o sistema oscilar.

Fazendo uma breve análise desta fase da pesquisa, foi possível perceber, que embora não tenha sido objetivo desta, verificar a aprendizagem, mas sim a aplicação da proposta didática, observarmos que a utilização do experimento com o auxílio do Arduino e da ferramenta gamificada Kahoot, apresentaram contribuições positivas no processo de ensino do conteúdo físico trabalhado, uma vez que, a maioria dos alunos, responderam de forma correta os questionamentos propostos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Refletimos neste trabalho, que a utilização do Arduino no processo de ensino da física pode ser usado como uma alternativa experimental possível, para estreitar a relação entre as TIC e a Física, por ser uma ferramenta tecnológica, de fácil acesso e manuseio, em que tanto professores como alunos podem desenvolver experimentos didáticos e utilizá-los no processo educativo para o desenvolvimento de fenômenos físicos.

Todavia, para fazer o uso desta ferramenta, faz-se necessário uma apropriação/formação por parte dos professores, e não somente a aplicação do Arduino como ferramenta experimental nas aulas de física, pois se faz necessário a condução do processo, a compreensão positiva dos alunos e a correlação dos conceitos teóricos com o seu cotidiano, bem como a mediação do professor, pois o mesmo possui um papel muito importante neste processo. Dessa forma, o Arduino pode apresentar-se como uma poderosa ferramenta nas aulas de física, possibilitando uma melhor visualização e aplicabilidade do conteúdo estudado, onde os estudantes terão a oportunidade de manusear o experimento, observando as variáveis físicas e o tratamento desses dados pelo software Excel.

Também enfocamos a necessidade do uso das metodologias ativas, mais precisamente do uso da sala de invertida e da gamificação. A utilização das mesmas, poderá ofertar condições para que os alunos desenvolvam o pensamento crítico durante o processo de investigação, fazendo com que eles pesquisem, compreendam e apliquem em seu dia-a-dia, sendo assim, protagonistas de sua própria formação. Se bem conduzido, esse processo torna a aula mais dinâmica, com mais interesse das aulas e potencialmente, um local onde a aprendizagem é mais significativa, trazendo um caráter dinâmico por meio da utilização das TIC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Flora. **Gamification - como criar experiências de aprendizagem engajadoras. Um guia completo: do conceito à prática.** 2ª ed. São Paulo: DVS, 2015.

ARAÚJO, Mauro S. T.; ABIB, Maria Lúcia V. S. Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

BARROSO, Marta F.; FELIPE, Geraldo; SILVA, Tatiana da. Aplicativos Computacionais e Ensino de Física. Londrina: Atas do IX EPEF–**Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2006.

CUNHA, Leonardo Ferreira Farias da; SILVA, Alcineia de Souza; SILVA, Aurênio Pereira da. O ensino remoto no Brasil em tempos de pandemia: diálogos acerca da qualidade do direito e acesso à educação. **Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal**, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 27-37, ago. 2020.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; TAVOLARO, Cristiane Rodrigues Caetano; MOLISANI, Elio. Física com Arduino para iniciantes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4503-4503, março 2011.

DETERDING, Sebastian; SICART, Miguel; NACKE, Lennart; O'HARA, Kenton; DIXON, Dan. Gamificação: usando elementos de design de jogos em contextos não relacionados a jogos. **Resumos estendidos sobre fatores humanos em sistemas de computação.** CHI EA'11, p. 2425-2428, New York, NY, EUA, 2011.

ECK, R. V. Digital game-based learning: it's not just the digital natives who are restless. **Educase Review**, v.41. n.2, p.16-30, 2006.

FARDO, Marcelo Luís. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação.** V. 11, nº 1, p.1-9. UFRGS, Porto Alegre. julho, 2013.

GOMES, R.; PADILHA, R. de Q.; LIMA, V. V.; SILVA, C. M. F. P. da. Avaliação de percepções sobre gestão da clínica em cursos orientados por competência. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, 17-28, janeiro 2018.

GUIMARÃES, C.C. Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola.** n.3, p. 198-202, agosto, 2009.

HAAG, Rafael; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de física. **Revista na escola**, v. 6, n. 1, 2005.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; KRANE, K. S. **Fundamentos de Física.** 9. ed., Rio de Janeiro: LTC, 2016, v. 2.

KAPP, K. M. **The gamification of learning and instruction**. San Francisco. CA: John Wiley, 2012.

LANKSHEAR, Colin; KNOBEL, Michele. Sampling "the New" in New Literacies. In: KNOBEL, Michele; LANKSHEAR, Colin (Eds.). **A New Literacies Sampler**. New York: Peter Lang, 2007. v. 29.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2000.

Li, W.; GROSSMANT, T.; FITZMAURICE, G. GamiCAD: A gamified tutorial system for first time AutoCAD users. **UIST'12 – Proceedings of the 25th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology**, p. 103-112, 2012.

MARTINAZZO, Claodomir Antonio; TRENTIN, Débora Suelen; FERRARI, Douglas; PIAIA, Matheus Matiasso. Arduino: uma tecnologia no ensino de física. **PERSPECTIVA, Erechim**. v. 38, n.143, p. 21-30, setembro/2014.

MCROBERTS, M. **Arduino básico**. São Paulo: Editora Novatec, 1ª edição. p.453, São Paulo 2011.

MONK, Simon. **30 PROJETOS COM ARDUINO**, tradução: Anatólio Laschuk 2ª edição, Editora Bookman, Porto Alegre 2014.

MONTEIRO, A.; MOREIRA, J. A.; ALMEIDA, C. **Educação online: Pedagogia e aprendizagem em plataformas digitais**. Santo Tirso: DeFacto Editores, 1ª ed., p. 15-28 2012.

ROSA, Cleci Werner da; Concepções teóricas-metodológicas no laboratório didático de física na Universidade de Passo Fundo. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 94-108, 2003.

SILVA, J. B.; Tecnologias digitais e metodologias ativas na escola: o contributo do Kahoot para gamificar a sala de aula. **Revista Thema**, v. 15, n. 2, p. 780-791, 2018.

SOARES, R.R.; BORGES, P.F., O Plano Inclinado de Galileu: uma medida manual e uma medida com aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, 2501, 2010.

SPALDING, RAUEN, C.; VASCONCELLOS, L. M. R. de; VEGIAN, M. R. da C.; MIRANDA, K. C.; BRESSANE, A.; SALGADO, M. A. C. Desafios e possibilidades para o ensino superior: uma experiência brasileira em tempos de COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 1-23, 2020.

TIPLER, P; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros**. 6 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2012, v 1. Educar Revisão, v.41. n.2, p.16-30, 2006.

TRINDADE, Jorge; FIOLEAIS, Carlos. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo: FAPESP, v. 25, n. 3, set. 2003, p. 259-272.

WANG, A. I. The wear out effect of a game-based student response system. **Computers & Education**, v. 82, p. 217-227. 2015.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências e Cognição**, v. 10, n. 4, p. 93-103, São Paulo 2007.

ZICHERMANN, Gabe; CUNNINGHAM, Christopher. **Gamification by Design: Implementando a mecânica do jogo em aplicativos da Web e de dispositivos móveis**. 1ª ed. Canadá, 2011.

APÊNDICE A – ROTEIRO DO EXPERIMENTO COM O ARDUINO

MATERIAIS UTILIZADOS:

- Base
- Módulo Sensor de Distância Ultrassônico (HC-SR04)
- Arduino Pro Micro (Leonardo Compatível)
- Haste de suporte experimental em alumínio
- mola
- disco (massa)
- Gatilho de disparo
- Cabo USB/micro B
- PC/software Excel (versão 2019)

PROCEDIMENTOS:

1. Encaixar o sensor de distância ultrassônico na parte inferior da haste de suporte
2. Fixar uma extremidade da mola na parte superior da haste de suporte e a outra extremidade no disco (massa)
3. Encaixar o plug do gatilho de disparo no sensor de distância ultrassônico
4. Conectar a ponta micro B do cabo USB no sensor ultrassônico e a ponta USB no PC
5. Abrir o software Excel no arquivo: massa-mola
6. Posicionar o cursor na célula iniciar do software Excel
7. Iniciar normalmente a oscilação do sistema massa-mola, puxando o disco próximo ao sensor, liberando-o suavemente
8. Com o sistema massa-mola em oscilação, aperte o gatilho de disparo e observe o acendimento do led verde indicando a coleta de dados pelo Arduino
9. Aguarde a coleta de dados e o preenchimento automático destes pelo Excel dos 300 pontos de distância entre o sensor e o disco
10. Em seguida, role a planilha para a parte superior para a visualização dos dados, e observe que à medida que o Arduino coleta os dados, automaticamente o software Excel faz o tratamento dos mesmos.
11. Neste experimento, utilizaremos para o ajuste dos dados obtidos e interpolação dos gráficos a ferramenta do Excel: SOLVER. OBS: Curva de ajuste – na cor laranja – dados de ajuste do solver e curva azul – referente aos dados obtidos experimentalmente.
12. Clique na aba “dados” do Excel e escolha a ferramenta “solver”
13. Em seguida aparecerá uma janela “parâmetros do solver”. Sem alterar nenhum campo, clique no botão resolver. Observe, que o ajuste dos dados obtidos será feito pelo solver como também o ajuste da interpolação dos gráficos.

APÊNDICE B - ATIVIDADE COM A UTILIZAÇÃO DO KAHOOT

1. Qual é a força presente no sistema massa mola, que ocorre a partir do momento em que a mola tem o seu comprimento original alterado, também chamada de força restauradora?
 - a) Força peso
 - b) Força elástica (x)
 - c) Força normal
 - d) Força de atrito

2. Podemos caracterizar o movimento harmônico simples (MHS) como sendo:
 - a) Todo movimento que se repete em intervalos regulares, também chamado de movimento periódico (x)
 - b) capazes de se propagar no vácuo formadas pela combinação dos campos elétrico e magnético
 - c) um movimento irregular e não periódico
 - d) um movimento sobre uma trajetória circular com velocidade de módulo constante.

3. No experimento realizado com o auxílio do Arduino, houve a caracterização de uma oscilação massa-mola amortecida, apresentando um movimento harmônico de oscilação:
 - a) Verdadeiro (x)
 - b) Falso

4. Podemos definir o Arduino como sendo:
 - a) Um dispositivo de entrada e saída de dados experimentais
 - b) Um programa computacional de simulação
 - c) Um microcontrolador que possibilita a construção de atividades experimentais de fácil acesso e manuseio (x)
 - d) Um dispositivo eletrônico de confecção e ajuste de gráficos

5. Qual ferramenta do Excel, auxiliou no ajuste dos dados e do gráfico obtido no experimento?
 - a) SAS
 - b) Tabela dinâmica
 - c) PROCV
 - d) Solver (x)

6. O que acontece quando adicionamos o disco (massa) a mola no experimento?
 - a) A mola se move horizontalmente de forma constante
 - b) A mola fica em equilíbrio e o sistema não oscila
 - c) A mola sai da posição de equilíbrio fazendo o sistema oscilar (x)
 - d) A mola tem uma elasticidade muito elevada

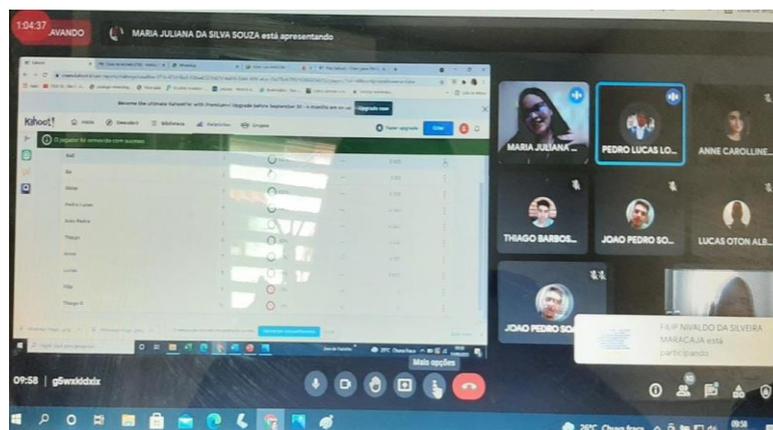
APÊNDICE C – FOTOS DA PESQUISA



Fonte: Dados da pesquisa



Fonte: Dados da pesquisa



Fonte: Dados da pesquisa