



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

ANTÔNIO DE MELO FONSECA NETO

**CICLOS DE MODELAGEM INTEGRADOS A RECURSOS TECNOLÓGICOS: UMA
PROPOSTA PARA O ENSINO DE SISTEMAS MASSA MOLA EM AULAS REMOTAS.**

**CAMPINA GRANDE
2021**

ANTÔNIO DE MELO FONSECA NETO

CICLOS DE MODELAGEM INTEGRADOS A RECURSOS TECNOLÓGICOS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE SISTEMAS MASSA MOLA EM AULAS REMOTAS.

Produto da dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação: Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - (MNPEF) da Universidade Estadual da Paraíba como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Área de Concentração: Física na Educação Básica.

Orientador: Prof. Dr. Heron Neves de Freitas

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.

F676c Fonseca Neto, Antônio de Melo.

Ciclos de modelagem integrados a recursos tecnológicos [manuscrito] : uma proposta para o ensino de sistemas massa mola em aulas remotas / Antônio de Melo Fonseca Neto. - 2021.

19 p. : il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Profissional em Ensino de Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2021.

"Orientação : Prof. Dr. Heron Neves de Freitas, Coordenação do Curso de Física - CCT."

1. Ensino de Física. 2. Ciclos de modelagem. 3. Ensino remoto. I. Título

21. ed. CDD 372.35

AGRADECIMENTOS

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.”

A Coordenação do MNPEF/UEPB (Mestrado Nacional e Profissional em Ensino de Física) e a SBF (Sociedade Brasileira de Física).

RESUMO

A aplicação da modelagem científica presente neste trabalho está baseada na proposta inicial de David Hestenes (2006, 2010) que realiza ciclos de modelagem com pequenos grupos de estudantes em cursos universitários, para o desenvolvimento de investigações a partir de problemáticas envolvendo fenômenos físicos, podendo ser diversificadas conforme o planejamento do professor. Objetivando fazer com que os estudantes criem modelos e representações para explicar tal problema, culminando em uma exposição à turma para compartilhar suas interpretações e conclusões. Apesar da existência de alguns trabalhos científicos aqui no Brasil sobre o tema, a adaptação da proposta inicial para a aplicação no ensino básico é algo pouco aplicado no ensino de física, desta forma este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta que viabiliza ao professor de física do ensino médio a utilização da instrução de modelagem no ensino de física na modalidade remota, fazendo uso de tecnologias no estudo de sistemas massa mola em turmas do 1º ano do ensino médio. Por se tratar de uma proposta investigativa e como um diferencial para as aulas de física a proposta contou com encontros que buscaram a participação do aluno como protagonista do seu próprio conhecimento. Como produto final de todo processo investigativo, tivemos uma exposição contendo um modelo de representação para a problemática inicial que será apresentado para todos da turma com o objetivo de aprimorar cada vez mais o modelo e introduzir termos científicos capazes de enriquecer o repertório científico dos alunos.

Palavras-chave: Ciclos de Modelagem. Análises computacionais. Aulas Remotas.

ABSTRACT

The application of scientific modeling present in this work is based on the initial proposal of David Hestenes (2006,2010). He conducts modeling cycles with small groups of students in university courses, for the development of research based on problems involving physical phenomenon. This may be diversified according to the planning of the teachers, which aims to make students create models and representations to explain such a problem. It culminates in an exposure to the class to share their interpretations and conclusions. Despite the existence of some scientific works here in Brazil about this subject, the adaptation of the initial proposal for application in primary education is something uneasy applied in the teaching of physics, thus this work aims to present a proposal that enables high school physics teacher to use high school education modeling in the teaching of physics in the home schooling, using technologies that help in the study of spring mass systems in classes of the 1st year of high school. Because it is a research proposal and as a differential for physics classes the suggestion had meetings that sought the student's participation as the protagonist of their own knowledge. As the final product of the entire investigative process, we will have an exhibition containing a representation for the initial problem that will be presented to everyone in the class with the objective of increasingly improving the model and introducing scientific terms capable of enrich the scientific repertoire of students.

Keywords: Modeling Cycles. Computational analysis. Remote Classes.

SUMÁRIO

1	PRODUTO EDUCACIONAL	6
1.1	Apresentação	6
1.2	Sequência de Ensino	6
1.2.1	ENCONTRO 1	7
1.2.2	ENCONTRO 2	9
1.2.3	ENCONTRO 3	11
1.2.4	ENCONTRO 4	14
1.2.5	ENCONTRO 5	15
1.3	Montagem do KIT experimental	16
1.3.1	Materiais utilizados	16
1.3.2	Construindo a base	16
	REFERÊNCIAS	19

1 PRODUTO EDUCACIONAL

1.1 APRESENTAÇÃO

Caro colega professor;

Com o objetivo de se tornar uma proposta viável para a construção e compreensão do conteúdo de oscilações do tipo massa mola, a intervenção sugerida a seguir, é apresentada com um diferencial para as aulas remotas, por ser estruturada de modo a alcançar o máximo de compreensão dos estudantes. Embora existam diversas propostas que seguem essa linha, o diferencial está na metodologia empregada, que além de proporcionar um ambiente de construção de conhecimento virtualmente, torna o aluno integrante do processo, potencializando a aprendizagem e as aulas de física no ensino médio.

A proposta aqui destacada, pretende fornecer a você professor uma sequência didática, tomando como base os ciclos de modelagem de David Hestenes, que inicialmente ganhou destaque no ensino superior e vem ganhando destaque em trabalhos com sua adaptação para o ensino médio. Desta forma, a aplicação aqui apresentada se trata de uma adaptação dessa metodologia para que possa ser aplicada no ensino básico na modalidade remota. O conteúdo escolhido para a aplicação foi o sistema oscilatório do tipo massa mola, por se tratar de um tema que muitas vezes é explorado superficialmente, e que tem aplicabilidade no cotidiano dos nossos estudantes.

A sequência é organizada em encontros que podem ser adaptados à realidade de cada escola e/ou dos estudantes, pois quanto aos recursos utilizados, atentamos ao uso de materiais de baixo custo, para a confecção do kit de demonstração experimental, além de outros recursos disponíveis na internet totalmente gratuitos. O público alvo da proposta são estudantes da 1ª série do ensino médio.

1.2 SEQUÊNCIA DE ENSINO

Objetivo geral:

Apresentar o conteúdo de oscilações, e fazer com que os estudantes nas etapas do ciclo de modelagem possam responder o problema proposto com auxílio da investigação, construindo um modelo representacional que o possibilite compreender e diferenciar os modelos reais dos conceituais.

1.2.1 ENCONTRO 1

Tema: O que é ciclo de modelagem?

Duração: 40 minutos.

Assuntos: Ciclos de modelagem e as oscilações presentes no nosso cotidiano.

Objetivos específicos: Orientar os estudantes quanto à estruturação da intervenção, assim como orienta-los quanto à utilização dos recursos utilizados.

Recursos Utilizados

 Plataforma de vídeo conferência;

 Apresentação em slides¹.

Por se tratar de uma aplicação remota, fica a critério do professor o modo de como compartilhar os links referentes aos encontros com os alunos. Como sugestão, o professor poderá criar uma turma na interface gratuita do google sala de aula, e nesse acesso compartilhar todas as informações referentes aos encontros, e os alunos terem acesso via e-mail, ou aplicativo no “smartphone”. É importante destacar que o aplicativo de vídeo conferência a ser utilizado fica a critério do professor, seja ele Meet, Zoom, Skype, ou Microsoft Teams.

- Tutorial de como criar uma sala virtual no Google disponível em: <<https://youtu.be/2vBf5YnFCWw>>

Nesse encontro de caráter informativo, o professor tem o papel de destacar os seguintes pontos:

1. O que é instrução por modelagem?
2. Qual sua estruturação?
3. Como obter e utilizar o Tracker e o Whiteboard.chat?

É importante o professor deixar claro nesse momento que o estudante na instrução por modelagem é um sujeito ativo e protagonista de sua aprendizagem. Assim o professor atua apenas como orientador.

¹ Apresentação disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1IMhNzFRBE1v6oABxc7MEgWvNH55fT325/view?usp=sharing>>

Figura 1.1 – Slide 01 “O que é instrução por Modelagem”?



O que é Instrução por modelagem?

- ✓ Metodologia empregada na construção e aplicação de modelos conceituais de fenômenos físicos com aspecto central de aprender e fazer ciência.
- ✓ Objetivo: é fazer com que os estudantes coordenem seus modelos conceituais com os seus modelos mentais na construção, análise e validação de modelos físicos.

Figura 1.2 – Slide 02 “Qual sua Estruturação?”



Qual sua estruturação?

- ✓ A metodologia é aplicada em ciclos de modelagem que são divididos em dois estágios principais:
 - I. Desenvolvimento do modelo
 - II. Implementação do modelo

Nesse momento o professor relata que a aplicação da metodologia é organizada em ciclos que são estruturados em duas etapas, uma delas é a construção do conhecimento em uma fase investigativa, e a outra consiste na aplicação do conhecimento adquirido.

Como terceiro tópico do encontro, para uma melhor interpretação do fenômeno estudado é sugerido aos estudantes que baixem e utilizem o software Tracker como ferramenta de modelagem para a análise dos vídeos que representam o movimento estudado. Todas as etapas de como baixar, instalar e utilizar estão disponíveis na plataforma Tracker Brasil².

Outro recurso importante da fase de desenvolvimento do modelo estudado é o whiteboard.chat³, mesmo sendo uma ferramenta online e de fácil manuseio, o professor deve orientar os estudantes como utilizar, pois é uma ferramenta empregada no ciclo de modelagem para a exposição do modelo construído por cada grupo, substituindo o quadro tradicional. Existe outras ferramentas de quadro branco virtual, que também podem ser utilizadas e que alcançam o mesmo objetivo.

Como relatado anteriormente o papel do primeiro encontro é informar aos estudantes sobre o percurso que será trilhado e quais recursos serão essenciais para a aplicação da metodologia de ensino, assim o ciclo de modelagem tem início a partir do encontro seguinte. Dessa maneira, o professor deve iniciar a organização da turma em grupos de no máximo 3 integrantes, para que no decorrer dos encontros seguintes toda a sala já esteja estruturada para a intervenção.

1.2.2 ENCONTRO 2

Tema: As oscilações estão presentes em nossa vida?

Duração: 45 min.

Assuntos: As oscilações e suas aplicações.

Objetivos: Iniciar uma discussão acerca do tema, para motivar os estudantes quanto à aplicação.

Recursos Utilizados

 Plataforma de vídeo conferência;

 Apresentação em slides⁴

² Todas as informações e etapas para obter e utilizar o software estão disponíveis em: <https://trackerbrasil.ct.utfpr.edu.br/?page_id=8>

³ Ferramenta disponível em: <<https://www.whiteboard.chat/>>

⁴ Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1h1TqUbv7I8JBnswu0SzmNBok7qXfHf0_/view?usp=sharing>

Nesse encontro, conforme o andamento das discussões, o professor deve criar um ambiente adequado criando condições para uma investigação mais sólida e criação de argumentos mais consistentes.

Inicialmente o professor deve iniciar a discussão com seguinte questionamento:

1. *O que vocês entendem por oscilações?*

Com base nas respostas, o professor acrescenta outro questionamento, buscando motivar cada vez mais as discussões.

2. *Onde podemos ter movimentos que representam oscilações?*

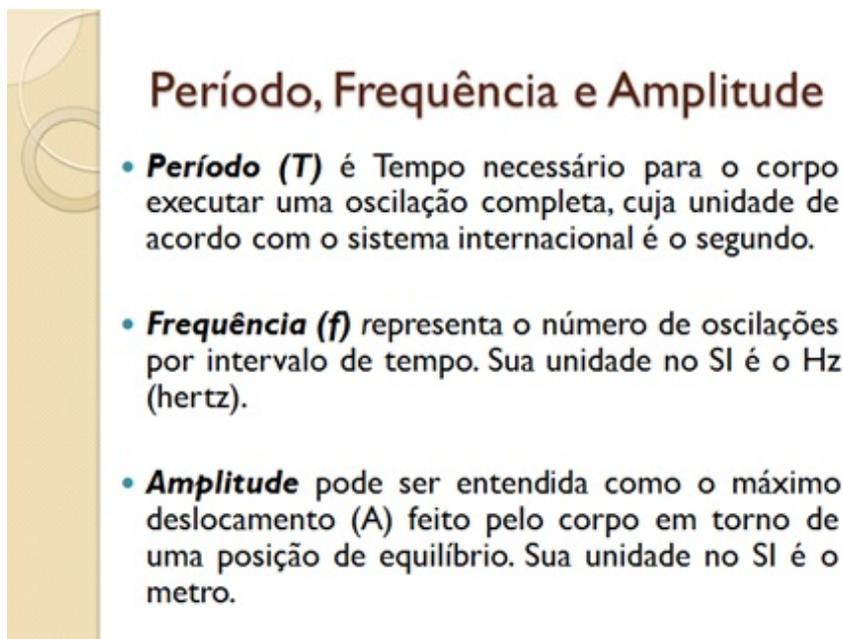
Após esse questionamento sugere-se que o professor apresenta algumas imagens de objetos que apresentam comportamento de osciladores encontrados em nosso ambiente cotidiano como os exemplificados na figura 1.3

Observação: Lembre-se de sempre ter um discurso questionador, buscando fazer o estudante pensar e formular suas hipóteses.

Figura 1.3 – Imagens de objetos que oscilam encontrados em nosso cotidiano.



Figura 1.4 – Slide “Propriedades do Movimento oscilatório”



Período, Frequência e Amplitude

- **Período (T)** é Tempo necessário para o corpo executar uma oscilação completa, cuja unidade de acordo com o sistema internacional é o segundo.
- **Frequência (f)** representa o número de oscilações por intervalo de tempo. Sua unidade no SI é o Hz (hertz).
- **Amplitude** pode ser entendida como o máximo deslocamento (A) feito pelo corpo em torno de uma posição de equilíbrio. Sua unidade no SI é o metro.

Após os exemplos o professor questiona os alunos se esses movimentos são periódicos, com a intenção de que os estudantes pensem nos movimentos acima e tirem suas conclusões.

Nesse momento com base nas respostas dos estudantes, o professor deve introduzir termos conceituais como período, frequência, e amplitude de oscilação.

Ao término das apresentações, o professor orienta os alunos sobre a etapa da investigação virtual que acontecerá no próximo encontro, informando da dinâmica dessa etapa, que acontecerá com cada grupo separadamente em horários distintos.

1.2.3 ENCONTRO 3

Tema: A investigação.

Duração: 90 min.

Assuntos: As oscilações e suas aplicações.

Objetivos: Fornecer ao estudante a partir de uma demonstração experimental, dados que lhe permitam construir argumentos e criar um modelo de representação do problema proposto.

Recursos Utilizados

 Plataforma de vídeo conferência

 Apresentação em slides

 Kit experimental sobre sistema massa mola

 Software Tracker

Esse encontro é uma das etapas mais importantes do ciclo de modelagem, contudo deve ser estruturado de maneira que possibilite máximo aproveitamento por parte dos estudantes. Assim, sugere-se que o professor organize a sequência com cada grupo para expor o problema a ser investigado e realizar a demonstração experimental do sistema massa mola.

A demonstração ocorrerá com cada grupo separadamente que se reunirão com o professor durante um tempo de 30 minutos, nesse intervalo de tempo o professor apresenta o problema e inicia com o experimento. O link da reunião deve ser disponibilizado no *Google Sala de Aula* 5 minutos antes do horário pré-estabelecido pelo professor.

Problema a ser investigado:

Como sabemos as oscilações são movimentos que estão presentes no nosso cotidiano, e dessa maneira podemos perceber características presentes que são fundamentais para que tal movimento ocorra. Como poderíamos construir um modelo que represente as oscilações em um sistema formado por uma massa acoplada a uma mola?

Por se tratar de alunos do ensino médio é importante o professor destacar que a investigação é feita a partir das observações do sistema massa mola, para que eles possam entender o objetivo da investigação, que é compreender a dinâmica desse movimento.

Com a exposição do problema a ser investigado, o professor inicia a montagem do kit, estimulando os alunos a perguntarem e darem instruções para a manipulação do experimento, pois o kit é composto de molas distintas, objetos com massas e formatos diferentes, além de serem postos a oscilar em meios diferentes (ar, água).

Importante!

Fazendo uso da metodologia aqui apresentada em uma atividade semelhante, percebi a importância de ter um discurso de modelador, com o objetivo de direcionar o aluno a realmente construir seu próprio conhecimento.

Em situações em que o professor encontre grupos que são menos questionadores e com isso não interajam na demonstração do experimento, é necessário que o professor contenha um discurso que contribua para a investigação com perguntas norteadoras, que faça os estudantes pensarem e tirem suas próprias conclusões.

Perguntas Norteadoras:

a) *O sistema a ser investigado pode ser considerado oscilatório? Justifique.*

Com base na resposta do aluno, questione ainda se além de oscilatório é periódico.

b) *Quais as relações existentes entre as forças que compõem o sistema? Por exemplo, na situação de equilíbrio.*

Após a resposta, adote novas situações do tipo, se a resultante das forças for diferente de zero, o que acontece com o sistema?

c) *Quais as possíveis explicações para o comportamento do sistema quando as molas são trocadas e a massa mantida constante? Justifique.*

d) *O que acontece com a oscilação após um tempo de movimento quando o objeto oscila no ar? Para um pequeno intervalo de tempo as oscilações modificam sua amplitude ou permanece constante?*

e) *Se o sistema for colocado para oscilar na água, o que difere o comportamento da oscilação em relação ao ar? Justifique sua resposta.*

Após a demonstração do experimento, o professor disponibilizará na plataforma do Google como atividade para o próximo encontro, vídeos das duas demonstrações do sistema oscilando no ar e na água, para que cada grupo realize uma análise utilizando o software Tracker, com o objetivo de ter uma melhor interpretação sobre o movimento estudado.

Vídeo 1- Mola 1- oscilador no ar - Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1gerzA6at5C5eaqaChwZJcU2b2K7nTFp/view?usp=sharing>>

Vídeo 2- Mola 1- oscilador na água- Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1W7eCPHHifmlxJZBmFooZQeE-DNeD0scI/view?usp=sharing>>

Vídeo 3- Mola 2- oscilador no ar - Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/11GI-Lr4e3KXiAxJ7AanGV84YWhcVbZHx/view?usp=sharing>>

Vídeo 4- Mola 2- oscilador na água - Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1r-IaobEhKIX6E2fPEGX3a4LerHwwF378/view?usp=sharing>>

É importante o professor orientar que a análise deverá ser feita por pelos menos um dos integrantes, gravada e compartilhada para que todos do grupo possam compreender a análise. A gravação poderá ser feita com o “smartphone” gravando a tela do computador, utilizando os recursos do próprio sistema operacional, no caso do Windows apertando as teclas “win+G” ou ainda um software como o “OBS studio”⁵.

Após a análise do vídeo o professor orienta os estudantes a pesquisarem a representação gráfica de um sistema que oscila sem a presença de forças resistiva, ou seja, um sistema que descreva oscilações livres, para poderem obter dados para diferenciar as representações reais das conceituais.

1.2.4 ENCONTRO 4

Tema: Exposição dos modelos.

Duração: 90 min.

Assuntos: As oscilações e suas aplicações.

Objetivos: Criar um ambiente de debate a partir da etapa de investigação, para a consolidação do conteúdo de oscilações.

Recursos Utilizados

 Plataforma de vídeo conferência;

 Whiteboard.chat.

O professor envia o link no Google Sala de Aula 5 minutos do horário marcado para o encontro e nos primeiros 15 minutos reúne todos os grupos em uma sala virtual com o objetivo de organizar a ordem das apresentações. Em seguida, compartilha o link do quadro branco virtual, que será o ambiente de exposição dos modelos.

- Cada grupo terá em média 20 minutos para expor seus modelos.

É importante orientar que cada grupo escolha um integrante para expor os modelos no whitboard.chat, mas que na discussão todos devam participar.

⁵ Software livre disponível em <<https://obsproject.com/pt-br/download>>

- Ao término das apresentações o professor intervém, corrigindo os possíveis equívocos, e introduzindo termos e equações anteriormente não discutidas que são necessárias para a compreensão do conteúdo. Nesse encontro o professor desempenha um dos papéis mais importantes da utilização dos ciclos, por que é nesse momento que serão corrigidos os equívocos e erros de representação do conteúdo, fazendo com que os estudantes após as explicações possam complementar e compreender o conteúdo estudado.

1.2.5 ENCONTRO 5

Tema: Praticando o modelo.

Duração: 50 min.

Assuntos: As oscilações e suas aplicações.

Objetivos: Colocar em prática os modelos recém-construídos em outras situações problemas.

Recursos Utilizados

 Plataforma de vídeo conferência;

 Material com situações problemas.

Nessa etapa o professor disponibiliza na sala de aula virtual o material contendo duas questões que representam situações problemas do conteúdo estudado, que deverá ser respondida por todos os alunos.

Perguntas

1. *Como observado anteriormente os sistemas reais descrevem movimentos oscilatórios que para o estudo são realizadas algumas aproximações facilitando a compreensão. Com base nas análises no software Tracker e nas discussões nos encontros, relate as diferenças interpretadas nos modelos reais e os conceituais.*
2. *Em um dia de aventura você decide sair com seus colegas e praticar “bungee jump” que contém uma corda com propriedades elásticas, de comprimento 50 metros, presa a uma ponte de 70 m de altura. Ao saltar e percorrer o comprimento próprio da corda, sua massa começa a descrever oscilações, provocando deformações na corda. Como poderíamos descrever tal esporte do ponto de vista das oscilações? Descreva as diferenças ao considerar o sistema livre da resistência do ar, e com a presença da resistência do ar.*

- Nesse momento o professor irá criar uma atividade no Google Sala de Aula para o recebimento das atividades respondidas pelos alunos.
- O professor deverá ficar online durante todo tempo do encontro com a finalidade de retirar possíveis dúvidas, mas lembrando de sempre fornecer caminhos para que o aluno chegue à resolução, não simplesmente dando a resposta diretamente.

1.3 MONTAGEM DO KIT EXPERIMENTAL

O kit experimental foi desenvolvido e pensado de maneira que possibilite aos professores do ensino médio construir e aplicar em sala de aula, com a finalidade de demonstrar na prática como ocorrem as oscilações em sistemas massa-mola. A utilização da demonstração do kit como fase da sequência didática favorece a fase investigativa fazendo com que os alunos percebam e criem modelos de representação do conteúdo que está sendo tratado.

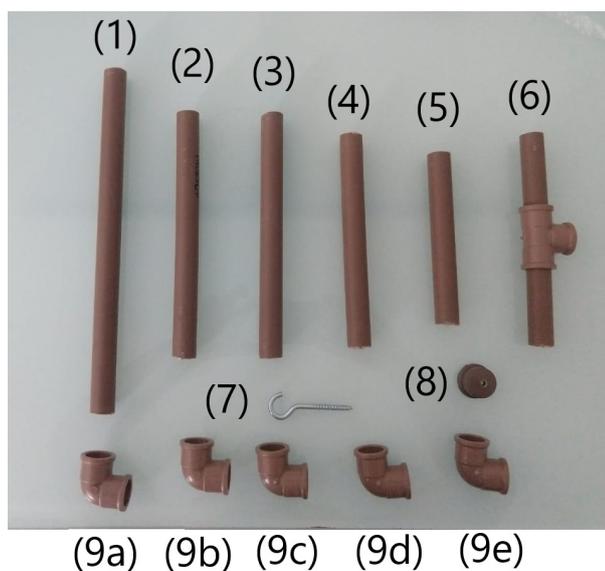
1.3.1 Materiais utilizados

- Tubos e conexões de PVC de 20 mm.
- Régua de 15 cm.
- Arruelas (massa 1).
- Chumbada de pescaria (massa 2).
- Gancho de arame.
- Mola 1 - podem ser dos tipos encontradas em carrinhos de brinquedo.
- Mola 2 - molas utilizadas em espiais de caderno.
- Recipiente transparente para utilizar como meio viscoso nas oscilações amortecidas na água.

1.3.2 Construindo a base

Etapa 1 Pegar o tubo de PVC e cortá-lo em pedaços com as seguintes dimensões, conforme figura 1.5.

Figura 1.5 – Peças do KIT para montagem do sistema blocomola.



Fonte: Autoria própria.

As dimensões utilizadas seguindo a ordem de numeração foram as seguintes

item (1) cano PVC com comprimento de 30 cm.

itens (2) e (3) cano PVC com comprimento de 20 cm.

itens (4) e) cano de PVC com comprimento de 18 cm.

item (5) cano com comprimento de 15 cm.

item (7) gancho com rosca.

item (8) uma peça de PVC utilizada para vedar extremidades de tubos de PVC, chamada *caps*.

item (9) curvas 90° ou *joelho* de PVC utilizado nas conexões.

Etapa 2 Após o corte do tubo deve-se acoplar os “joelhos” as extremidades dos tubos e montar a base até que a mesma fique no seguinte formato.

Observações:

- a) a montagem deve ser feita apenas com encaixes, sem utilizar colas, pois a base poderá ser desmontada e reutilizada quantas vezes necessárias.
- b) O gancho deve ser rosqueado no cap, para ficar bem fixo e não interferir nas oscilações.

A seguir pode-se ver uma imagem da base para o experimento blocomola já montado (figura 1.6).

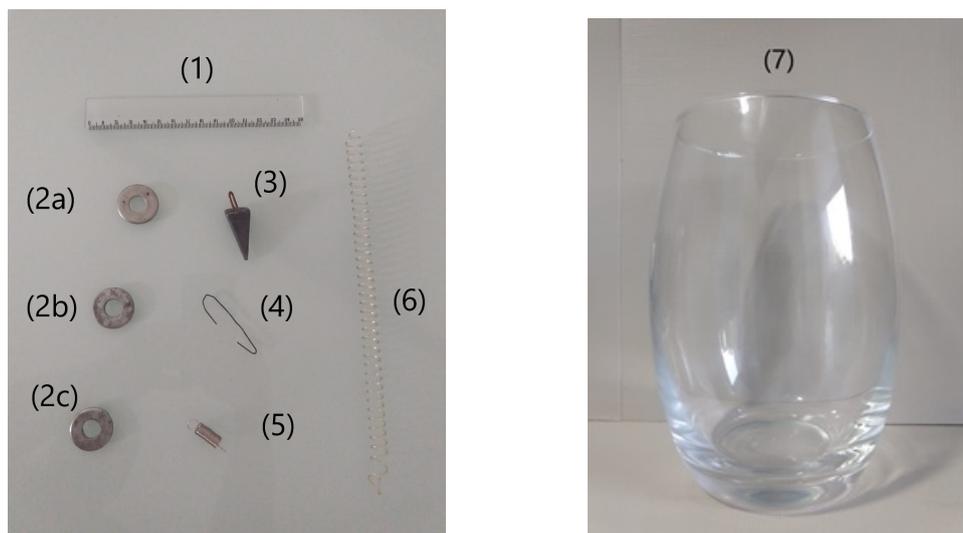
Figura 1.6 – Base montada



Fonte: Autoria própria.

Após a montagem da base, utilizar os elementos mostrados na figura 1.7 para demonstração das oscilações;

Figura 1.7 – Utensílios utilizados nos experimentos



(a) Acessórios, chumbada e arruelas utilizados como blocos nos osciladores.

(b) Recipiente transparente utilizado para a oscilação amortecida.

Fonte: Autoria própria.

REFERÊNCIAS

Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. 1-28 p.

HESTENES, D. Modeling theory for math and science education. [S.l.: s.n.], 2010. 13-42 p.