



**O ENSINO DE OSCILAÇÕES
USANDO TECNOLOGIAS
EDUCACIONAIS: UMA PROPOSTA
DE METODOLOGIA ATIVA**

MESTRANDO: Flaverson Messias Batista
ORIENTADOR: Prof. Dr. Elcio Schuhmacher

Caderno do Professor
Orientações para a aplicação de uma sequência didática,
direcionada do ensino de ondulatória e oscilações

Blumenau 2022



Ficha catalográfica elaborada por Everaldo Nunes – CRB 14/1199
Biblioteca Universitária da FURB

B333e

Batista, Flaverson Messias, 1988-

O ensino de oscilações usando tecnologias educacionais: uma proposta de metodologia ativa / Flaverson Messias Batista. - Blumenau, 2022.

51 f. : il.

Orientador: Elcio Schuhmacher.

Produto Educacional (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

Bibliografia: f. 45-46.

1. Educação. 2. Física. 3. Física - Estudo e ensino. 4. Teoria do movimento ondulatório. 5. Ensino médio. 6. Aprendizagem. 7. Tecnologia educacional. 8. Material didático. 9. Ausubel, David Paul. I. Schuhmacher, Elcio, 1962-. II. Universidade Regional de Blumenau. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. III. Título.

CDD 530.07



**Este trabalho está licenciado sob
uma Licença Creative Commons
Atribuição-Não Comercial
4.0 Internacional**





SUMÁRIO

Carta ao leitor.....5

Fundamentação teórica.....7

Etapas.....13

Considerações Finais.....43

Referências Bibliográficas.....45

Apêndice.....46



Carta ao leitor

Caro professor

Este produto educacional é resultado da dissertação de Flaverson Messias Batista, intitulada como: O Uso de Tecnologias no Ensino de Ondulatória: Uma proposta de Metodologia Ativa, orientada pelo Prof. Dr. Elcio Schuhmacher, pertencente à linha de pesquisa Mídias e Tecnologias na Educação, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Regional de Blumenau. O produto foi avaliado e aprovado pela banca de defesa, pelos Prof. Dr. André Ary Leonel, Prof^a. Dra^a. Tânia Baier e Prof. Dr. Elcio Schuhmacher. O acesso a esse material pode ser realizado pela Biblioteca de Teses e Dissertações da FURB.



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

É importante salientar que este Produto Educacional foi utilizado em uma escola de educação básica e é classificado como um material didático e instrucional, contendo uma proposta de sequência didática para ensino dos conceitos de ondulatória e do Movimento Harmônico Simples (MHS) através da investigação dos indícios de aprendizagem com o uso de recursos educacionais.

Na sequência será discutida a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e ainda será apresentada a ideia de mapas conceituais de Novak. Serão debatidas também as etapas das atividades didáticas sequenciais, contendo orientações para as aplicações com os estudantes.

Espera-se que, com essa leitura, o professor possa utilizar o produto com os alunos, de modo a ajudá-los na compreensão/esclarecimento/acomodação dos conceitos de ondulatória e MHS, contribuindo assim com o desenvolvimento da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003).



Fundamentação Teórica

A aprendizagem significativa, segundo Moreira (2011), é um processo no qual um novo conhecimento consegue relacionar-se com a estrutura cognitiva do sujeito de maneira não arbitrária e não literal. Ela ocorre na medida em que o significado do material se transforma em significado para o sujeito.

Ausubel esclarece que, para a aprendizagem significativa ocorrer, é necessário que haja significado para o aluno. Esse significado efetiva-se quando:

[...] signos, símbolos, conceitos ou proposições potencialmente significativas se relacionam e incorporam em componentes relevantes da estrutura cognitiva de um determinado indivíduo, numa base não arbitrária e não literal (AUSUBEL, 2003, p. 43).

Pontes Neto (2006) complementa essa ideia ao afirmar que a teoria se debruça em explicar como ocorre a aprendizagem desses conceitos, contribuindo para a investigação da aprendizagem cognitiva no contexto escolar. Ainda, segundo ele, a palavra não arbitrária acontece quando o material potencialmente significativo



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

¹for aceito aos requisitos específicos da estrutura cognitiva do sujeito. Dessa forma, o material consegue interagir com diferentes conhecimentos, podendo então armazenar novos conhecimentos na estrutura cognitiva.

Já a ideia não literal, segundo Moreira (2011), é a substantividade: “o que é incorporado à estrutura cognitiva é a **substância** do novo conhecimento, das novas ideias, não as palavras precisas usadas para expressá-las” (MOREIRA, 2011, p. 26).

A esses conhecimentos da estrutura cognitiva dá-se o nome de subsunçor que é “um conhecimento estabelecido na estrutura cognitiva do sujeito que aprende e que permite, por interação, dar significado a outros conhecimentos” (MOREIRA, 2011, p. 18).

Segundo Ausubel (2003), o oposto da aprendizagem significativa é a aprendizagem por memorização, uma aprendizagem mais simples e frágil com relação a sua ligação à

¹ Ele contribui para a aprendizagem significativa, sendo então possível a “relação não arbitrária e não literal dos materiais de instrução para com ideias ancoradas relevantes na estrutura cognitiva” (AUSUBEL, 2003, p. 15).



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

estrutura cognitiva. Ela não resulta em novos significados, não existindo a possibilidade de o sujeito usar sinônimos e sendo necessário que ele lembre literalmente da palavra em questão. Contudo, existe “um contínuo distinto do que é composto pela aprendizagem memorística e significativa” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 23) que está ligado com o grau de liberdade que o indivíduo tem com o conhecimento e sua estrutura cognitiva.

Porém, um fato crucial para que ocorra a aprendizagem significativa é descobrir aquilo que o indivíduo já sabe a respeito do assunto a ser trabalho. Por isso, primeiramente, devemos identificar a existência ou não desses subsunçores e, se necessário, discriminá-los dentro da estrutura cognitiva. Ausubel (1980, 2003) sugere o uso de organizadores prévios, que são materiais introdutórios, apresentados antes do material que comporá o processo de aprendizagem, eles ajudam na visualização de indícios de subsunçores na estrutura cognitiva dos indivíduos.

Com isso o organizador pode “proporcionar um suporte (ancoragem) ideário para a incorporação e retenção estáveis do material mais pormenorizado e diferenciado que resulta da situação de aprendizagem” (AUSUBEL, 2003, p. 66).



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Ele pode ser “um sumário ou um resumo, podem ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação.” (MOREIRA, 2011, p. 30).

Nessa mesma perspectiva, Tavares (2010) discute os benefícios do uso de simuladores para a aprendizagem dos alunos, pois eles permitem a criação de uma situação ideal abarcada dentro de uma teoria aceita pela comunidade científica. Com isso, eles podem permitir a manipulação de variáveis com a possibilidade de evolução temporal da simulação à medida que:

[...] possibilita a percepção visual de variações temporais de grandezas físicas (abstratas ou não), as animações interativas conduzem a um nível de abstração da realidade que sem elas seria alcançada apenas por poucos aprendizes. Ela pode representar a evolução temporal de um modelo da realidade aceito pela comunidade científica, e desse modo torna-se possível a exibição da evolução temporal de objetos abstratos em sua representação concreta. Ela é inclusiva e genérica quando abre a possibilidade de reunir em uma exibição todos os casos de uma determinada categoria. Considerando as suas características enunciadas anteriormente (TAVARES, 2010, p. 5).

Contudo, Medeiros e Medeiros (2002) alertam para o uso indiscriminado e sem critério das simulações, de modo que ela deve ser



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

Simple e capaz de fazer boas prediões. Ele descreve e explica as partes principais dos fenômenos com os quais está relacionado e para os quais foi desenvolvido e é a mais importante ferramenta na compreensão dos futuros experimentos (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 82)

Esses autores ainda reportam algumas limitações do uso de simuladores, das quais destacam-se:

- a) As simulaões educacionais não alcanam o mesmo “status” epistemológico e educacional que experimentos reais.
- b) O valor educacional de qualquer simulaão está condicionado à teoria física empregada, que, por sua vez, é constituída em pressupostos simplificadores da realidade.

Outra maneira de identificar indícios de subsunçores e a organizaão deles na estrutura cognitiva dos estudantes é o uso de mapas conceituais que são “diagramas indicando relaões entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos” (MOREIRA, 2012, p. 1). Eles têm “por objectivo representar relaões significativas entre os conceitos na forma de *proposiões*²” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 31).

² “[...]consiste em dois ou mais termos conceptuais ligados por palavras de modo a formar uma unidade semântica. Na sua forma mais simples, um mapa de



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Para Tavares (2008, p. 4) o mapa conceitual é um “estruturador do conhecimento”. Essa técnica foi criada por Joseph Novak e colaboradores na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos da América (EUA) em meados da década de setenta.

De acordo com Moreira (2012), mesmo não aparecendo na teoria de Ausubel, eles foram desenvolvidos com o intuito de facilitar a aprendizagem significativa, de modo que podem:

- 1 Identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino.
- 2 Identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino.
- 3 Identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz.
- 4 Organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as ideias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos.
- 5 Ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado

conceitos consta apenas de dois conceitos unidos por uma palavra de ligação de modo a formar uma proposição. Por exemplo, “o céu é azul” representa um mapa conceitual simples formado por uma proposição válida referente aos conceitos “céu” e “azul” (NOVAK; GOWIN, 1984, p. 31).



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

para dar significados aos novos materiais de aprendizagem. (MOREIRA, 2012, p. 6).

Dessa forma, o mapa conceitual é uma importante ferramenta no processo de aprendizagem significativa.

ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO E SUGESTÕES DE ATIVIDADES PARA O PROFESSOR

Este produto é constituído por 5 etapas, que podem ser aplicadas a estudantes de ensino médio, com assuntos que envolvam a ondulatória em geral.

A sua utilização pode ser realizada em sala de aula, no laboratório de informática, na oficina *maker*, dentre outros



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

ambientes. Recomenda-se que os estudantes sejam organizados em grupos fixos, evitando a rotatividade dos componentes.

As atividades que envolvem este produto devem ser aplicadas sequencialmente, sempre oportunizando momentos de discussão de ideias, resolução de problemas de maneira individual e coletiva, sendo a intervenção do professor algo facultativo na maior parte delas.

Recomenda-se que, em todas as etapas da sequência, tenha-se uma explicação prévia, dentro da premissa do que são e para que servem os procedimentos que serão aplicados e os conceitos pedagógicos envolvidos, tentando sempre colocar o aluno como participante ativo e crítico do processo pedagógico.

Os dados podem ser obtidos com a ajuda de um gravador, de anotações e observações/impressões, sendo que uma técnica não exclui a outra.

No que tange os materiais educacionais, os de uso de relevância são: *software tracker* e simulador do laboratório de pêndulo do *site phet colorado*³. Já, com relação aos de uso

³ Foi desenvolvido pela Universidade do Colorado Boulder sem fins lucrativos. Consiste em simulações interativas, em que os alunos podem explorar e descobrir diferentes situações dentro dos conceitos físicos, disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/.



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

facultativo, destacam-se aqui: questionários, apresentação de conteúdos em slides, revistas eletrônicas, *sites* com assuntos relacionados ao conteúdo, atividades para resolução de problemas, mapa conceitual, atividades impressas com tutoriais instrucionais diversos, entre outros.

Contudo, os resultados esperados são diferentes para cada aplicação, pois os atores do processo são diferentes. Outro ponto importante dentro dessa discussão remete-se à autonomia e autoria do professor com relação ao levantamento de material e ao desenvolvimento da proposta. Reafirma-se aqui a total liberdade do educador quanto a esses dois pontos, sendo ele o autor de sua sequência, podendo então utilizar esse material com caráter de orientação⁴.

Neste trabalho foram utilizados alguns desses materiais, buscando certos objetivos, que são apresentados de maneira sintética no quadro abaixo:

Quadro 1 – Quadro sintético do passo a passo da pesquisa

ETAPAS	OBJETIVOS
Pré-teste	Identificar qual(is) subsunçor(es) está(ão) relacionado(s) aos conceitos de ondulatória.

⁴ Ao final deste trabalho, será disponibilizado um tutorial sintético com uma proposta de realização da sequência com mais informações e links.



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

Uso do recurso educacional de vídeo análise	Visualizar indícios de conceitos sobre a ondulatória, através da atividade prática, com a manipulação de múltiplas variáveis e as concepções alternativas sobre o fenômeno em si.
Uso do recurso de aprendizagem simulador	Relacionar as observações vistas na etapa anterior, mas, agora com relação a um simulador. Dessa forma, observar as diferenças ou semelhanças dos subsunçores observados na etapa anterior.
Aula expositiva	Esclarecer conceitos conflitantes na estrutura cognitiva dos alunos, procurando que eles consigam ancorar, de maneira significativa, novas ideias subordinadas.
Pós teste	Investigar se houve ou não uma aprendizagem significativa durante o processo.

Fonte: o autor

A seguir serão apresentadas as etapas planejadas para serem utilizadas pelo professor, com possíveis sugestões de orientações com relação a uma proposta de atividade a ser entregue para os alunos: o que se esperar na aplicação e estratégias de avaliação, estabelecendo assim uma relação metodológica para a aprendizagem significativa.

Etapa 1: Pré-teste

Na primeira etapa, inicialmente, deve-se entregar a atividade e, de maneira individual, cada estudante deverá responder



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

às questões propostas. Em seguida, deve-se separar os alunos em grupos de até quatro integrantes. A seguir é apresentada uma proposta de atividade e a quantidade de aulas sugeridas para a aplicação dela.

Atividade _____

Número de aulas para a aplicação: 2 aulas

Enunciado 1: Assista ao vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Q-175N9S59g> e, na sequência, se for possível, responda às perguntas:

- a) Você conhece/já viu este fenômeno? Onde?
- b) Como é o funcionamento básico dele?
- c) Se por acaso você quisesse alterar o movimento do balanço, de uma forma geral, o que você poderia modificar nele? (partindo do pressuposto de que qualquer alteração é possível e não levando em conta a dificuldade para fazer essa alteração).

Enunciado 2: Assista ao vídeo disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=V0C1cBjLB6U>. Após assisti-lo, leia o diálogo abaixo:



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Figura 1 – Primeiro quadro de diálogo





Figura 2 – Segundo quadro de diálogo





Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Figura 3 – Terceiro quadro de diálogo





Figura 4 – Quarto quadro de diálogo



Fonte: Adaptado de: <<https://br.pinterest.com/pin/415175659402497245/>>.

Parta do princípio de que o relógio do diálogo é o mesmo que vocês viram no vídeo e, a partir disso, na sua opinião, com o método que os personagens empregaram, haverá o resultado desejado? Qual(is) outra(s) possibilidade(s) de resolver-se o problema no atraso do relógio?

Enunciado 3: Elabore, com mais de duas pessoas, um mapa mental sobre todos os conceitos envolvidos no fenômeno observado de que você tem recordação.



A partir das respostas obtidas pelos alunos, espera-se analisar possíveis indícios de subsunçores, algumas categorias indicadas são: entendimento do que são ondas, sua formação, suas classificações, suas características, velocidade, fenômenos ondulatórios, conceitos de MHS, efeitos do atrito no período e frequência no movimento pendular.

Com relação ao mapa conceitual, recomenda-se o uso de critérios avaliativos como os apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios avaliativos de um mapa conceitual

CRITÉRIOS	DESCRIÇÃO AVALIATIVA
Proposições	A linha que une os dois conceitos estabelece uma relação de significado? Essa relação é válida?
Hierarquia	Existe uma hierarquia no mapa? Existe um aumento na especificidade de conceitos à medida que são colocados os conceitos subordinados?
Ligações cruzadas	Existe alguma ligação significativa entre um segmento de hierarquia conceitual e outro segmento? Essa relação é significativa e válida?
Exemplos	Existem exemplos válidos de acontecimentos ou objetos concretos com relação aos termos conceituais?

Fonte: adaptado de Novak e Gowin (1984, p. 52)



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Dentro desses critérios, Novak (1984) estabelece uma pontuação, que poderá ser comparada ao final do processo, mostrando a evolução ou não da aprendizagem dos alunos. Segundo ele, a pontuação pode variar de acordo com os critérios do avaliador, de modo que não necessariamente precisa-se incluir todos na análise. No Quadro 3 é exposto um exemplo de pontuação.

Quadro 3 – Critérios de uma opção de pontuação de um mapa conceitual

Critérios	Pontuação
Proposições	1 ponto a cada proposição válida e significativa.
Hierarquia	5 pontos para cada nível hierárquico válido.
Ligações cruzadas	10 pontos para cada ligação cruzada simultaneamente válida e significativa e 2 pontos para as válidas, porém aquelas que traduzirem a síntese entre os grupos de proposições, ou conceitos relacionados, ligações criativas ou peculiares receberão pontuação adicional.
Exemplos	1 ponto.

Fonte: adaptado de Novak e Gowin (1984, p. 52)

Após a identificação e descrição dos possíveis subsunçores, deve-se aplicar as atividades didáticas com os organizadores prévios como é mostrado a seguir.



Etapa 2 – Parte 1: elaboração dos vídeos

Esta etapa é dividida em duas partes, a primeira consiste na elaboração de vídeos, produzidos pelos estudantes. Recomenda-se fazer uma sondagem inicial para averiguar se cada equipe tem pelo menos um celular com a capacidade de filmagem. Caso essa condição não seja atendida, deve-se providenciá-lo. Também são necessários os seguintes materiais:

- Diversos pedaços de barbante de tamanhos diferentes.
- Diversos objetos de massas diferentes.
- Um transferidor.

Com isso os alunos devem investigar a relação entre os objetos, suas massas, comprimento do barbante e atrito e o período de oscilação. Contudo, essas informações não devem ser dadas a eles, pois essa investigação possibilitará a identificação de possíveis novas subsunções dentro de uma nova perspectiva de análise, agora de caráter prático. A seguir é apresentada uma proposta de atividade e a quantidade de aulas sugeridas para a sua aplicação.



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Atividade _____

Número de aulas para a aplicação: 1 aula

Enunciado 1: Primeiro, para PENSAR E RESPONDER (EM GRUPO): existe uma relação do movimento de oscilação de um corpo com a massa? E com o ângulo (quanto maior) o que ocorre? E o que acontece quando se muda o comprimento?

Execução:

Com os materiais da lista em mãos, construa os pêndulos prendendo o peso escolhido no barbante. Fixe o pêndulo e tente deixá-lo livre de correntes de ar ou vibrações.

PROCEDIMENTO: PARA CADA EXPERIMENTO SERÃO FEITAS 5 MEDIDAS, CONSIDERA-SE COMO UMA MEDIDA 10 OSCILAÇÕES COMPLETAS DO PÊNDULO, VOCÊS DEVERÃO FILMAR CADA MEDIDA.

Na execução do experimento de oscilação de um corpo, o grupo deverá medir:

PRIMEIRO: usando DIVERSOS comprimentos de barbantes, analisar o que ocorre com o período. Medir cuidadosamente os barbantes esticados com o uso de uma régua.

SEGUNDO: usando diversas massas, analisar o que ocorre com o período. Medir a massa dos objetos com uma balança.

TERCEIRO: usando diversos ângulos, analisar o que ocorre com o período. Medir os ângulos usando o transferidor.



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

O objetivo aqui é entender qual(is) variável(is) está(ão) relacionada(s) com o movimento do pêndulo que vocês estão criando. Variar as medidas, filme e análise.

Ao final da mesma, escolher apenas os vídeos que o grupo julgar necessários para demonstrar a relação dessas variáveis.

Registrar as variáveis aqui na folha das filmagens que os integrantes do grupo julgaram relevantes, comparando-as quanto à fenomenologia da oscilação. No final, fazer um breve relatório argumentando qual(is) variável(is), na compreensão do grupo, tem(êm) efeito sobre o movimento do pêndulo, justificando, se possível, esses argumentos.

Vídeos Relevantes	Massa (g)	Comprimento (m)	Ângulos	Fenômeno observado

Filmar as combinações buscando manter o mesmo padrão, ou seja, a câmera e o objeto bem fixos durante as filmagens.

Registre aqui o relatório.

Esta atividade deve ser muito bem explicada, pois demanda muitas etapas. Contudo, recomenda-se evitar qualquer inferência



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

sob a análise dos estudantes, sendo fundamental a experimentação/investigação deles.

Etapa 2 – Parte 2: uso do recurso educacional vídeo análise

Nesta etapa os alunos deverão utilizar um objeto de aprendizagem que consiste em um *software* de manipulação de vídeo, que é gratuito e está disponível no *site* do criador⁵.

Com o nome de *Physics Tracker*, esse programa permite a edição, cortes, calibragem e coleta de dados de vídeos, dando a possibilidade da modelagem matemática de um fenômeno real.

Essa etapa tem como objetivo analisar os indícios de conceitos sobre a ondulatória, sob uma perspectiva da modelagem matemática e da linguagem gráfica através de um fenômeno real. Este foi presenciado pelos próprios alunos, sendo possível então, através da visualização da manifestação de atitudes, por meio das respostas deles, a visualização, de maneira indireta, de novos

⁵ Disponível em: <https://physlets.org/tracker/> .



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

subsunçores, acomodados ou conflitantes dentro da estrutura cognitiva dos estudantes.

Ele pode ser instalado nos computadores, ou ainda acessado pelo próprio aparelho telefônico dos estudantes, contudo, no segundo caso, é necessária a conexão com a internet durante a atividade. Recomenda-se o uso de computadores, de preferência em uma sala de informática, por uma questão de qualidade da ergonomia para os alunos.

Essa proposta de atividade contém um tutorial detalhado para a manipulação do *software*. Sugere-se a leitura detalhada da proposta da atividade antes de iniciá-la. A seguir é apresentada a proposta da atividade e a quantidade de aulas sugeridas para a aplicação dela.

Atividade _____

Número de aulas para a aplicação: 2 aulas

Movimento periódico é o movimento de um corpo que retorna regularmente para uma posição após um intervalo de tempo fixo. Podemos analisar este tipo de movimento usando um pêndulo simples que é um modelo idealizado consistindo de um objeto de massa m , que pode oscilar em torno de um ponto de equilíbrio, suspenso por um fio de comprimento ℓ .

Objetivo



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Investigar quais variáveis apresentam dependência com o período (tempo) de oscilação de um pêndulo simples quando ele completar um período (uma volta completa), através da análise de vídeo do software *physics tracker* e o *simulador phet colorado*.

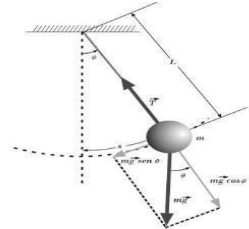


Figura 1 - O pêndulo simples e as forças atuantes consideradas na modelagem simplificada.

Instruções

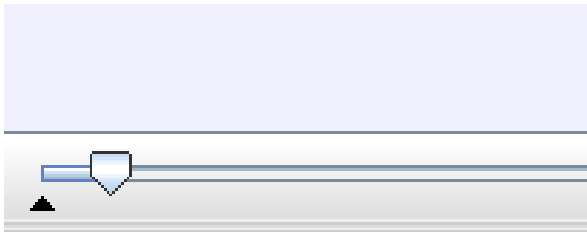
Para esta atividade você precisará:

- Do seu grupo inicial.
- Dos vídeos criados pela sua equipe.
- 1 computador.

Execução:

- Vá para o ícone “abrir” e selecione o seu vídeo.
- Comece os procedimentos de corte do vídeo, vá para o cursor do vídeo (figura abaixo), clique nele e arraste até o ponto que o grupo julgar necessário para iniciar a coleta.

Figura 5- Imagem do cursor do vídeo



Fonte : Autor

Obs.: Caso o vídeo não apareça com o pêndulo na vertical, vá para os seguintes ícones: “Vídeo”-----”filtros”-----”novo”-----”rotacionar”

- Quando chegar nesse ponto, clique no botão direito do mouse e

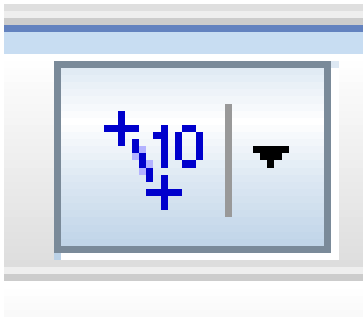


Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

determine esse como quadro inicial. Ao fazê-lo, avance com o cursor do vídeo e, quando julgar necessário, repita o processo anterior e determine o quadro final.

- Agora vamos fazer a calibragem, pois precisamos de um ponto de referência, vá em “fita métrica” com transferidor (figura abaixo)-----”novo”-----”bastão de medição” e marque o início e o final de um corpo de tamanho conhecido, por exemplo, a base em que foi amarrado o corpo. Use o tamanho do fio para a marcação. Para fazê-la, mantenha a tecla SHIFT pressionada, clique com o botão esquerdo do mouse no início e repita o processo para marcar o fim.

Figura 6 - Ícone – fita métrica com transferidor



Fonte: Autor

- Ao finalizar o processo, clique com o botão direito do mouse na caixa que aparecerá do lado da medição e coloque o valor aproximado da mesma.



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

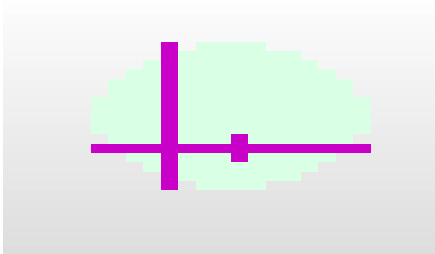
Figura 7- Imagem da fita métrica na carteira



Fonte: Autor

- Agora devemos inserir o plano cartesiano, para isso, vá em “mostrar” ou “ocultar” eixos de coordenadas e, ao aparecer o plano cartesiano na tela, arraste-o para o centro de oscilação do fio e o oriente horizontalmente na base onde a corda foi amarrada. Se a filmagem ficou inclinada, incline com aproximadamente o mesmo ângulo o plano cartesiano.

Figura 8 – Ícone – mostrar ou ocultar eixos e coordenadas



Fonte: Autor



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

Figura 8- Imagem do plano cartesiano aproximadamente alinhado horizontalmente e centralizado no centro de oscilação do fio.



Fonte: Autor

- Terminada a calibragem, vamos agora para a coleta de dados. Para isso, vá em “trajetória” ---”novo”---”ponto de massa”.
- Marque a posição da massa da extremidade do fio a cada quadro do vídeo. Para melhorar a marcação, aproxime o vídeo com o botão de rolagem.
- Para que a primeira marcação seja realizada, mantenha o SHIFT pressionado e clique com o botão esquerdo. Repita o procedimento quadro a quadro (o programa avançará o quadro para você(s)).

Figura 9- Imagem marcação inicial



Fonte: Autor



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

- Agora dê um duplo clique no gráfico à esquerda que foi gerado e, com um *print screen*, salve-o em algum dispositivo de armazenamento. Repita o processo para todos os vídeos feitos na etapa anterior da atividade.

O objetivo aqui é fazer análise gráfica das variáveis que estão relacionadas com o período do pêndulo dos vídeos que você(s) criou(aram) anteriormente.

Com base no exposto até agora, faça o que se pede a seguir:

Enunciado 1: analise, através de um breve relatório, os gráficos que você(s) julgou(aram) relevantes, comparando-os quanto à(s) variável(is) que influencia(m) no movimento de oscilação, justificando se possível.

Enunciado 2: comparando com a atividade anterior, houve mudança na opinião de você(s) com relação a(s) variável(is) que influencia(m) no movimento do pêndulo? Justifique.

Registre no quadro a seguir os gráficos relacionados aos vídeos.

Gráficos relevantes	Massa (g)	Comprimento (m)	Ângulos	Fenômenos observados

Obs.: Caso não tenha mais esses dados, peça(m) ajuda ao professor.

Registre aqui o relatório.



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

Recomenda-se que o professor faça o uso prévio do *software* a fim de auxiliar os estudantes durante todo o processo de edição, calibragem e coleta de dados.

Etapa 3: uso do objeto de aprendizagem simulador

Esta atividade contempla o uso de um simulador, que possibilita relacionar as observações vistas na etapa anterior, através de um ambiente controlado, no qual os alunos podem livremente variar as grandezas físicas. O simulador tem como base a representação de um oscilador, com isso pode-se observar as diferenças ou semelhanças conceituais da etapa anterior, visando identificar se os estudantes desenvolveram e/ou modificaram seus conhecimentos das etapas anteriores.

Esse simulador mostra a representação de um pêndulo, simulando o seu movimento e permitindo a manipulação de variáveis como: gravidade, atrito, massa, comprimento do fio e ângulos. Isso possibilita aos alunos variarem apenas uma por vez, facilitando a observação da dependência entre elas. A atividade proposta contém detalhadamente os procedimentos de manipulação do *software* e aconselha-se ler a mesma junto com os alunos, antes



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

da execução da atividade em si. A seguir é apresentada a proposta da atividade e a quantidade de aulas sugeridas para a aplicação dela.

Atividade _____

Número de aulas para a aplicação: 2 aulas

Até aqui, investigamos qual(is) variável(is) compõe(m) o fenômeno de oscilação e observou-se o fenômeno na natureza com a gravação de vídeos. Ele foi modelizado e colocado na linguagem gráfica, com o uso do manipulador de vídeo *Physics Tracker*. Agora vamos utilizar o simulador de MHS hospedado do site do *Phet colorado*, que é um modelo que descreve o fenômeno, a fim de continuar nosso processo de investigação.

Objetivos:

- Facilitar a compreensão dos conceitos de MHS observados nos experimentos e no *Physics Tracker*.
- Elucidar conteúdos mal interpretados.
- Discutir os conceitos das variáveis abordadas.
- Mostrar a influência das variáveis no processo de oscilação.
- Apresentar a influência da massa, gravidade, comprimento e ângulo no movimento.

Instruções

Para essa atividade você precisará:

- Do seu grupo inicial.
- Um computador conectado à internet

Execução

Acesse

o

link:

<https://phet.colorado.edu/sims/html/pendulum-lab/latest/pendulum-lab_en.html>.

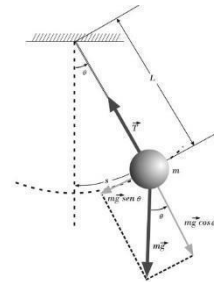


Figura 1 - O pêndulo simples e as forças atuantes consideradas na modelagem simplificada.



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Obs.: *length* (comprimento); *mass* (massa); *gravity* (gravidade), *friction* (fricção/atrito e *none* (nenhum)), *stopwatch* (cronômetro).

Vá para opção “**intro**” e siga os procedimentos abaixo:

- Inicie a atividade descrevendo quais são as variáveis que estão presentes no simulador, quais são os ajustes máximos e mínimos que cada variável realiza.
- Observe o que se percebe quando se muda algumas das variáveis.
- Com base no conhecimento da equipe, aponte quais são as variáveis que influenciam no movimento do pêndulo.

PRIMEIRO:

- Escolha um ângulo pequeno ($\leq 5^\circ$) e meça o período do movimento com o auxílio de um cronômetro, que pode ser do celular, ou habilite, no canto inferior esquerdo, a função *stopwatch* do simulador.
- **Anote em uma planilha o valor obtido**, os valores da massa, o ângulo, comprimento e a gravidade fixados.
- Aumente gradualmente o **ângulo até próximo a 30°** e compare os valores do período com a primeira medida.

SEGUNDO:

- Fixe o ângulo, gravidade e comprimento que a equipe considera ideais para as medidas seguintes. **Explique o porquê das escolhas.**
- Escolha a *mass* (≤ 0.3) e meça o período do movimento.
- **Anote em uma planilha o valor obtido**, os valores do comprimento, o ângulo e a gravidade fixados.
- Aumente gradualmente a *mass até ao valor máximo* e compare os valores do período com a primeira medida.

TERCEIRO:

- Fixe o ângulo, comprimento e a massa que a equipe considera ideal para as medidas seguintes. **Explique o porquê das escolhas.**



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

- Escolha a **gravity** (entre as 4 opções) e meça o período do movimento.
- **Anote em uma planilha o valor obtido**, os valores do comprimento, o ângulo e a massa fixados.
- Mude a **gravity para o próximo planeta** e compare os valores do período com a primeira medida.

QUARTO:

- Fixe o ângulo, a massa e o planeta que a equipe considera ideais para as medidas seguintes. **Explique o porquê das escolhas.**
- Escolha o **length** (≤ 0.3) e meça o período do movimento.
- **Anote em uma planilha o valor obtido**, os valores do comprimento, o ângulo e a gravidade fixados.
- Aumente gradualmente a **mass até ao valor máximo** e compare os valores do período com a primeira medida.

QUINTO:

- Fixe o ângulo, a massa e gravidade que a equipe considera ideal para as medidas seguintes. **Explique o porquê das escolhas.**
- Escolha o **length** (≤ 0.3) e meça o período do movimento.
- **Anote em uma planilha o valor obtido**, os valores da massa, o ângulo e a gravidade fixados.
- Aumente gradualmente o **length até ao valor máximo** e compare os valores do período com a primeira medida.

SEXTO:

- Fixe o ângulo, comprimento, a massa e gravidade que a equipe considera ideais para as medidas seguintes. **Explique por qual motivo os valores fixados são considerados ideais pela equipe.**
- Vá em **friction** (fricção/atrito) e escolha 1 valor (crie uma escala de 0 a 10, sendo **none** o menor valor e **lots** (*grande quantidade*) o maior).



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

- Anote em uma planilha o valor obtido, os valores da massa, o ângulo, o comprimento e a gravidade fixados.
- Compare os valores do período com a primeira medida.

Nome do experimento	Massa (g)	Atrito	Gravidade	Comprimento	Ângulos	Período(s)

Depois de realizadas as medições, responda às perguntas a seguir.

Enunciado 1: a partir da observação das tabelas, quais são as grandezas que influenciam no período de oscilação do pêndulo?

Enunciado 2: em suas observações, quais são as medidas que mostram as grandezas que influenciam no período de oscilação do pêndulo. Justifique sua resposta.

Enunciado 3: com base nos dados medidos, aponte quais são as variáveis que influenciam no movimento do pêndulo.

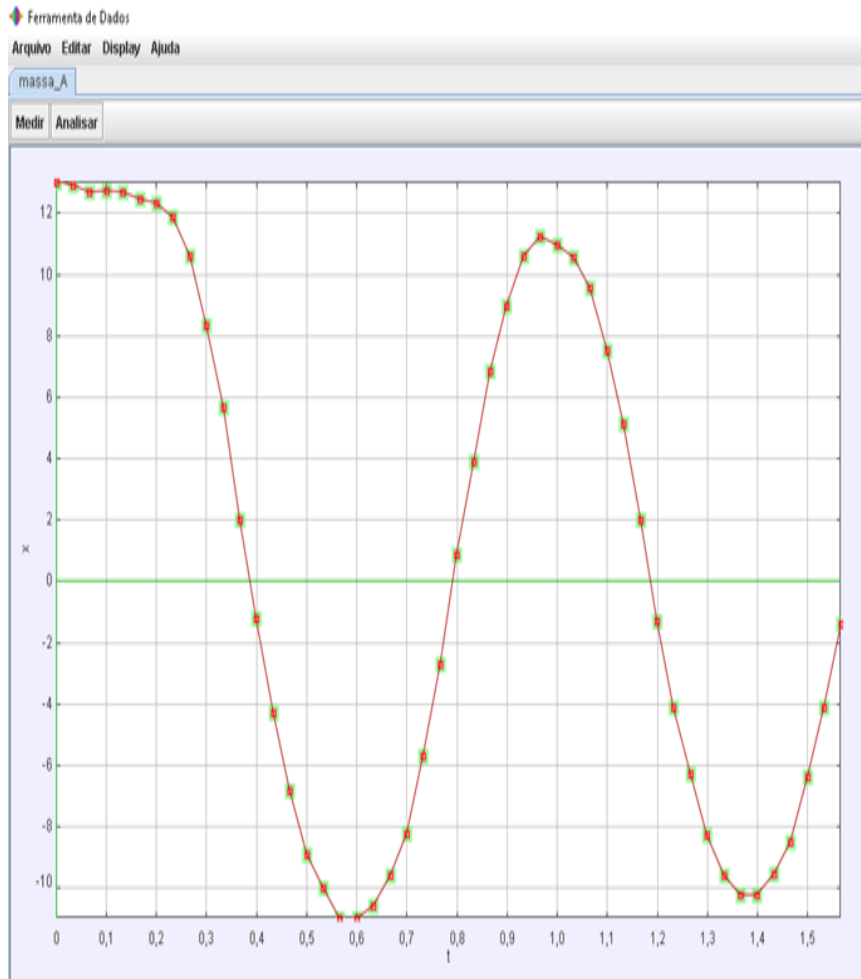
Enunciado 4: na percepção da equipe, entre as grandezas que influenciam o período de movimento do pêndulo, qual(is) é(são) inversa(s) ou diretamente proporcional(is)?

Enunciado 5: observe as imagens: a primeira proveniente de um dos gráficos gerado na atividade anterior e a segunda que mostra as coordenadas e valores em x e t . Com base nelas elenque, se possível, qual(is) grandeza(s) está(ão) presente(s) no gráfico em questão.



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Figura 10- Gráfico gerado na atividade anterior



Fonte: Autor



Figura 11- Coordenadas e valores em x e t

Construtor de Dados...				Atualizar	Ajuda
marcadores			<input checked="" type="checkbox"/>		
linhas			<input checked="" type="checkbox"/>		
estilo					
eixos	horiz			vert	
row	t			x	
0	0,000			13,04	
1	3,331E-2			12,94	
2	6,662E-2			12,68	
3	9,989E-2			12,73	
4	0,133			12,68	
5	0,166			12,48	
6	0,200			12,33	
7	0,233			11,87	
8	0,266			10,61	
9	0,300			8,337	
10	0,333			5,659	
11	0,366			2,021	
12	0,400			-1,213	
13	0,433			-4,295	
14	0,466			-6,822	
15	0,500			-8,894	
16	0,533			-10,01	
17	0,566			-10,97	
18	0,599			-10,97	
19	0,633			-10,56	
20	0,666			-9,601	
21	0,699			-8,237	
22	0,733			-5,710	
23	0,766			-2,678	
24	0,799			0,859	
25	0,833			3,891	
26	0,866			6,872	
27	0,899			8,994	
28	0,932			10,61	
29	0,966			11,27	
30	0,999			10,96	
31	1,032			10,56	

não-editável

Fonte: Autor



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Enunciado 6: faça um breve relatório descrevendo, se houver, as dificuldades encontradas na coleta dos dados.

Enunciado 7: o uso do simulador ajudou a equipe a entender quais variáveis influenciam no movimento de oscilação. Explique quais foram estas variáveis.

Enunciado 8: faça aqui seu relatório, nele deverá conter um relato obedecendo a ordem cronológica dos eventos que sua equipe vivenciou e as conclusões que vocês chegaram em cada processo.

Essa atividade pode ser executada tanto no celular, quanto no computador sem tipo algum de perda pedagógica, independentemente da escolha.

Etapa 4: aula expositiva

Nesta parte do trabalho, o professor deverá basear-se em todas as observações e hipóteses que tangem às dificuldades encontradas pelos alunos e elaborar um plano de aula. Dessa forma, deverá organizar as ideias e esclarecer as dúvidas. Ele deverá ministrar as aulas, de modo a contribuir para o esclarecimento de conceitos conflitantes na estrutura cognitiva dos alunos, aumentando assim a possibilidade de novas aprendizagens.



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Recomenda-se que o professor utilize os organizadores prévios que fizeram parte do processo até aqui, de maneira concomitante aos conceitos de ondulatória no decorrer da aula.

Etapa 5: pós-teste

Dado um período em que o professor julgue suficiente para o esquecimento, ele deverá aplicar o mesmo pré-teste e comparar as respostas. A aplicação pode ser feita juntamente com os alunos e pode-se averiguar se houve ou não uma aprendizagem significativa.

Com relação ao mapa conceitual, pode-se aplicar a seguinte relação:

$$P = \left(\frac{M_{FINAL}}{M_{INICIAL}} \times 100 \right) - 100$$

Onde:

M_{FINAL} = Nota obtida no mapa inicial

$M_{INICIAL}$ = Nota obtida no mapa final

Uma vez feita a pontuação dentro dos preceitos de Novak e Gowin (1984), pode-se então fazer um cálculo percentual a fim de averiguar o ganho de aprendizagem. Dessa forma pode dar também



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

um caráter quantitativo ao trabalho, mostrando, de maneira mais clara para o aluno, os possíveis ganhos conceituais.

Considerações Finais

As etapas mostradas neste produto constituem uma sequência didática com o intuito de averiguar a aprendizagem significativa sobre os conceitos de ondulatória e MHS. Na aplicação indica-se descrever os subsunçores necessários à construção desses conhecimentos.

As atividades aqui apresentadas seguem uma organização que apresenta características particulares da manifestação de diferentes subsunçores do mesmo assunto, proporcionando, com a ajuda do professor, uma diferenciação progressiva e com reconciliação integradora dentro dos pressupostos da aprendizagem significativa.

Essa sequência didática dá aos estudantes a oportunidade de debater e construir ideias de todos os aspectos da teoria, passando pela fenomenologia e linguagem matemática, através da álgebra e da linguagem gráfica. Todo processo demonstra os alunos que



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

apresentam uma maior predisposição para aprender, outra característica da teoria da aprendizagem significativa.

No entanto, durante a aplicação dessa sequência, houve dificuldades na interpretação das atividades, na linguagem gráfica, nas variáveis que influenciam o movimento pendular simples e amortecido e a sua não relação com a massa, nas diferenças conceituais entre massa e peso, força e aceleração, e os efeitos do atrito. Por conta disso, foram necessárias ações pedagógicas durante todo o processo, tais como a assessoria no esclarecimento de dúvidas diversas, referentes às atividades e nos conceitos em si, de modo a servir como base de informações para a própria evolução na aprendizagem dos alunos durante as três primeiras etapas, bem como na estruturação da etapa da discussão em sala. Tudo isso foi realizado sempre buscando os preceitos da aprendizagem por descoberta.

Portanto, este material também depende do olhar atento do educador, quanto ao percurso a ser seguido dentro da proposta, a fim de desenvolver um trabalho que contribua para a formação de subsunçores que ajudem na compreensão dos conceitos de ondulatória.



Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003. Edições Técnicas. Tradução do original *The acquisition and retention of knowledge*, 2000.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução de Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 24, n. 2, 2002.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Revista Meaningful Learning Review**, v. 1, n. 3, pp. 25-46, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2022.



NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. (1984). **Aprender a aprender**. 1. ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1984. 212p.

PONTES NETO, J. A. da S. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. Série-Estudos. **Periódico do Mestrado em Educação da UCDB**, Campo Grande – MS, n. 21, p. 117-130, jan./jun. 2006.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa, codificação dual e objetos de aprendizagem. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 18, n. 2, 2010.

APÊNDICE 01 – SUGESTÃO DE SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

ETAPA 1 – PRÉ-TESTE

Área do Conhecimento: CIÊNCIAS DA NATUREZA	Componente Curricular: FÍSICA
Professor(a):	



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

Data:	Turma(s):
Período:	
Duração: 90 minutos	
ATIVIDADES DE SALA DE AULA	
<ul style="list-style-type: none">● Explicação sobre o que é uma sequência didática e os próximos passos do trabalho (20min).● Explicação sobre o que é um mapa conceitual (15min).● Explicação da atividade (10 min).● Execução da atividade (45min).	
TAREFAS	
<ul style="list-style-type: none">● Sem tarefas.	
OBSERVAÇÕES	
<ul style="list-style-type: none">● Como sugestão, olhe a atividade proposta nas Páginas 14 e 15.	

ETAPA 2 – PARTE 1 – ELABORAÇÃO DOS VÍDEOS

Área do Conhecimento: CIÊNCIAS DA NATUREZA	Componente Curricular: FÍSICA
Professor(a):	
Data:	Turma(s):
Período:	
Duração: 45 minutos	



ATIVIDADES DE SALA DE AULA

- Explicação sobre a atividade (10min).
- Execução da atividade (35min).

TAREFAS

- Entrar no site: <<https://physlets.org/tracker/>> e investigar os tutoriais.

OBSERVAÇÕES

- Os alunos também podem instalar o *software* em seus computadores.
- Como sugestão, olhe a atividade proposta nas Páginas 17 e 18.

ETAPA 2 – PARTE 2 – USO DO OBJETO DE RECURSOS EDUCACIONAIS

Área do Conhecimento: CIÊNCIAS DA NATUREZA	Componente Curricular: FÍSICA
Professor(a):	
Data:	Turma(s):
Período:	
Duração: 90 minutos	
ATIVIDADES DE SALA DE AULA	
● Explicação sobre a atividade (10min).	



Produto Educacional do PPGEICIM/FURB

<ul style="list-style-type: none">• Execução da atividade (80min).
TAREFAS
<ul style="list-style-type: none">• Entrar no site: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=physics&type=html,prototype e investigar os simuladores.
OBSERVAÇÕES
<ul style="list-style-type: none">• Como sugestão, olhe a atividade proposta nas Páginas 19 até 23.

ETAPA 3 – USO DO SIMULADOR *PHET* MASSA-MOLA

Área do Conhecimento: CIÊNCIAS DA NATUREZA	Componente Curricular: FÍSICA
Professor(a):	
Data:	Turma(s):
Período:	
Duração: 90 minutos	
ATIVIDADES DE SALA DE AULA	
<ul style="list-style-type: none">• Explicação sobre a atividade (10min).• Execução da atividade (80min).	
TAREFAS	



Produto Educacional do PPGECIM/FURB

- Pedir para os alunos elaborarem perguntas com base nas dúvidas que tiveram durante as atividades.

OBSERVAÇÕES

- Como sugestão, olhe a atividade proposta nas Páginas 24 até 30.

ETAPA 4 – AULA EXPOSITIVA

Área do Conhecimento: CIÊNCIAS DA NATUREZA	Componente Curricular: FÍSICA
Professor(a):	
Data:	Turma(s):
Período:	
Duração: 180 minutos	
ATIVIDADES DE SALA DE AULA	
<ul style="list-style-type: none">● Explicação sobre a atividade (10min).● Execução da aula expositiva, baseada nos conceitos que foram elencados com base nas observações/registros do professor (90min).● Espaço para os alunos apresentarem dúvidas que têm ou tiveram sobre conceitos utilizados nas primeiras atividades (35 min).	



TAREFAS	
<ul style="list-style-type: none">● Sem tarefas.	
OBSERVAÇÕES	

ETAPA 5 – PÓS TESTE

Área do Conhecimento: CIÊNCIAS DA NATUREZA	Componente Curricular: FÍSICA
Professor(a):	
Data:	Turma(s):
Período:	
Duração: 120 minutos	
ATIVIDADES DE SALA DE AULA	
<ul style="list-style-type: none">● Explicação da atividade (10 min).● Execução da atividade (80 min).	
TAREFAS	
<ul style="list-style-type: none">● Sem tarefas.	
OBSERVAÇÕES	
<ul style="list-style-type: none">● Esta atividade é idêntica ao pré-teste, então, como sugestão, olhe a atividade proposta nas Páginas 14 e 15.	