

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE-UFAC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA MESTRADO
NACIONAL PROFISIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



LOURIVALDO DE OLIVEIRA SANTOS

EDUARDO DE PAULA ABREU

PRODUTO EDUCACIONAL:

**PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE PROJETOS DIDÁTICOS
EXPERIMENTAIS UTILIZANDO MATERIAIS DE BAIXO CUSTO PARA
ALUNOS DO SEGUNDO E TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO:
OSCILAÇÕES E ELETRICIDADE**

Rio Branco-Acre
Junho de 2018

LOURIVALDO DE OLIVEIRA SANTOS

PRODUTO EDUCACIONAL:

**PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DE PROJETOS DIDÁTICOS
EXPERIMENTAIS UTILIZANDO MATERIAIS DE BAIXO CUSTO PARA
ALUNOS DO SEGUNDO E TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO:
OSCILAÇÕES E ELETRICIDADE**



Microcontrolador Arduino

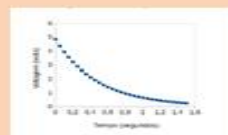


Gráfico da voltagem e função do tempo



Pêndulo Eletrostático



Pêndulo Simples



Capacitores

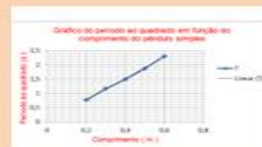


Gráfico do Pêndulo Simples

LOURIVALDO DE OLIVEIRA SANTOS
Prof. Dr. Eduardo de Paula Abreu

Rio Branco -Acre
Junho de 2018

APRESENTAÇÃO

Prezado professor(a), esse trabalho elaborado e executado em uma escola pública é fruto de muitas pesquisas e revisões de outros trabalhos relacionados na área de ensino de Física.

Com o objetivo de facilitar e deixar as aulas de Física possivelmente mais atrativas propõe-se, nesse produto: Uma Proposta de Construção de Projetos Didáticos experimentais Utilizando Materiais de Baixo Custo para Alunos do Segundo e Terceiro ano do Ensino Médio: Oscilações e Eletricidade.

O produto educacional, que fica disponível para os professores da rede de ensino de Física, é composto por três projetos experimentais com suas respectivas sequências didáticas e roteiros das atividades experimentais propostas em cada projeto. O primeiro projeto é descrito a seguir.

PROJETO: PROPOSTA DE CONSTRUÇÃO DO PÊNDULO SIMPLES COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO APRENDIZAGEM

PÚBLICO ALVO: ALUNOS DO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO

RESUMO

Apresentamos neste projeto, a construção de um pêndulo simples como estratégia de ensino-aprendizagem no ensino de Física para alunos do segundo ano do ensino médio. Serão usados para construir o pêndulo simples os seguintes materiais: cronômetro, transferidor, objetos de massas diferentes, régua, tacinha lápis, caderno, calculadora e barbante. O projeto tem como objetivos calcular o período de oscilação do pêndulo simples, encontrar experimentalmente a aceleração em queda livre, mostrar que o período de oscilação não depende da massa e construir o gráfico do período ao quadrado em função do comprimento do pêndulo. Este trabalho pode proporcionar para alunos um fortalecimento no ensino-aprendizagem na disciplina de Física no que se refere os conteúdos de oscilações, além disso, o trabalho mostra que é possível fazer uma aula prática utilizando materiais de baixo custo, visando fortalecer a prática da pesquisa, agrupamentos produtivos e a relação entre professores e alunos.

JUSTIFICATIVA

Quando trabalhamos com atividades experimentais no âmbito escolar, estamos incentivando a pesquisa, proporcionando interação social, responsabilidade de cada aluno, além de fortalecer o ensino aprendizagem. No que se refere aos conteúdos de Física relacionados ao projeto, os alunos ficarão possivelmente com mais elementos norteadores para estudos posteriores. Quando se trabalha com experimentos de Física em sala de aula, estamos mostrando aos alunos que é possível a comprovação dos conteúdos teóricos estudados.

OBJETIVOS

Fortalecimento do ensino-aprendizagem dos alunos através da pesquisa e da união de trabalho em grupo;

- Calcular o período de oscilação do pêndulo simples;
- Encontrar experimentalmente a aceleração em queda livre;
- Mostrar que é possível elaborar aulas atrativas com uso materiais de baixo custo;
- Dinamização das aulas de Física no Ensino Médio;
- Comparar os resultados experimentais com valores teóricos em livros didáticos;
- Construir o gráfico do período em função do comprimento do pêndulo utilizando o programa Excel.

METODOLOGIA

No início do segundo bimestre do ano letivo 2017 em uma escola pública de Rio Branco, o professor de Física e a coordenação pedagógica observaram a importância de trabalhar atividades experimentais, visando fazer aulas mais atrativas que despertassem nos alunos o prazer em estudar os conteúdos propostos. O trabalho foi desenvolvido com os alunos de segundo ano do ensino médio.

RESULTADOS OBTIDOS

Com o desenvolvimento do projeto os alunos envolvidos juntamente com professor orientador, despertaram ainda mais o interesse de trabalhar com atividades experimentais utilizando materiais de baixo custo, e fortaleceram os aspectos sociais entre os membros da comunidade escolar.

Houve um entendimento de como pode ser obtida experimentalmente a aceleração em queda livre usando um pêndulo simples. A importância didática

desse trabalho se dá pelo fato de explicar aos alunos de ensino médio que é possível fazer experimentos de Física em sala de aula utilizando materiais de baixo e a construção de gráficos usando o Excel como ferramenta pedagógica.

Sequência Didática: Oscilações

Autor: Mestrando Lourivaldo de Oliveira Santos

Orientador: Prof. Dr. Eduardo de Paula Abreu

Local: Escola Pública de Rio Branco

Duração: 300 min – 6 horas aulas

Assunto: Oscilações: contexto histórico do movimento periódico, pêndulo simples, frequência e período.

OBJETIVOS:

- ✓ Calcular a frequência e o período do pêndulo simples;
- ✓ Saber diferenciar oscilação de frequência;
- ✓ Calcular aceleração em queda livre;
- ✓ Gráfico do período ao quadrado em função do comprimento de um pêndulo simples.

Atividade 1

No primeiro momento os alunos devem ser orientados a fazerem uma leitura silenciosa no livro didático YAMAMOTO, K.; FUKU, F. **Física para o ensino médio**. 3.ed. São Paulo: Saraiva, v.2, 2013, páginas 225-226 ou em outro material didático disponível ao aluno. Após a leitura fazer uma socialização dos conteúdos trabalhados. No segundo momento expor uma aula com o auxílio do livro didático relacionado anteriormente nas páginas 226 a 228 sobre os tópicos: oscilações, frequência, período e pêndulo simples. O tempo previsto para essa atividade é de 2 horas aulas, ou seja, 100 minutos.

Atividade 2

Essa atividade é voltada para resoluções de situações-problemas, recomenda-se que professor coloque os alunos em duplas para resolverem os exercícios propostos: EP1 a EP3 do livro didático relacionado anteriormente página 236. O tempo previsto para essa atividade é de uma hora aula de 50 minutos.

Atividade 3

No primeiro momento orientar os alunos a formarem grupos e em seguida apresentar aos alunos o Kit que será usado para calcular a aceleração em queda livre usando o pêndulo simples. O roteiro experimental encontrasse no produto educacional. Essa atividade tem um tempo previsto de 3 horas/aulas, ou seja, 150 minutos.

ROTEIRO EXPERIMENTAL DO PÊNDULO SIMPLES

Professor: LOURIVALDO DE OLIVEIRA SANTOS 2ª série do Ensino Médio

Disciplina: Física

Atividade experimental: Construção do Pêndulo Simples Utilizando Materiais de Baixo Custo.

Objetivo: Determinar o período de oscilação de um pêndulo simples, frequência, calcular a aceleração em queda livre e construir o gráfico do período em função do comprimento.

Introdução

Um pêndulo simples consiste de um fio leve e inextensível (que não estica) de comprimento L , tendo na sua extremidade inferior, por exemplo, uma esfera de massa m ; a extremidade superior é fixa em um ponto, tal que ele possa oscilar livremente (consideremos a resistência do ar desprezível), com amplitudes pequenas (θ máximo = 10°). Como mostra a figura 1 abaixo.

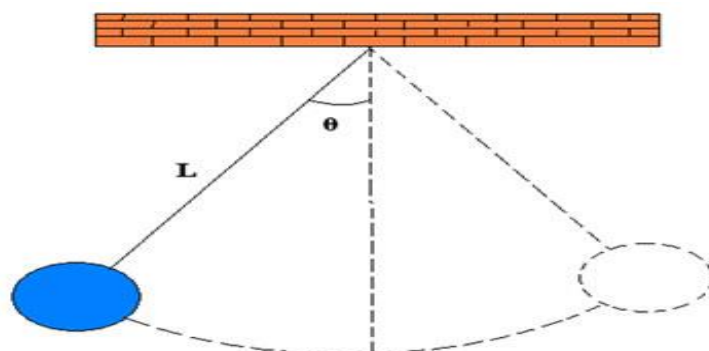


Figura 1: Pêndulo Simples. Fonte: <<http://mundoeducacao.bol.uol.com.br>>. Acesso em 26/05/2017

Materiais Utilizados Para Construção do Pêndulo Simples.

- Cronômetro, transferidor, objetos de massa diferentes (bolinha de gude, borracha, porcas de parafusos), régua, lápis, caderno, calculadora e barbante.

Modo de Construção do Pêndulo Simples

- Pegue 120 cm de barbante.
- Pegue uma das extremidades livre do barbante e amarre em uma borrachinha (porca ou outro objeto).
- Prenda uma tachinha na extremidade de uma cadeira ou mesa.
- Utilizando uma régua meça 20 cm no barbante que fixou na borrachinha e amare na tachinha.
- Puxe o pêndulo da direção vertical até formar um ângulo de 10 graus em relação a vertical (meça o ângulo com transferidor).
- Com o cronômetro marque o tempo para o pêndulo fazer dez oscilações.
- Anote esse valor na tabela abaixo.
- Faça o mesmo procedimento para os outros comprimentos do pêndulo.
- Preencha a tabela 1 com os resultados obtidos no experimento.

Tabela1: Valores experimentais encontrados para comprimentos diferentes

Comprimento (cm)	Tempo de 10 oscilações	Frequência $f = n/t$	Período $T = 1/f$	$T^2(s)$
20,0				
30,0				
40,0				
50,0				
60,0				

Segundo Momento: Resolução do roteiro de Atividade.

Questão 1: O que ocorre com o período do pêndulo quando aumentamos seu comprimento?

Questão 2: A partir dos dados da Tabela 1, faça um gráfico de T^2 em função do comprimento e trace a melhor reta que se ajusta a esses dados no Excel. Lembre-se coloque os valores do comprimento em metro.

Questão 3: Calcule o valor da aceleração em queda livre local (g), utilizando os dados que você obteve no experimento e usando a equação $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$.

Questão 4: Compare o valor obtido no item anterior com o valor $g = 9,81\text{m/s}^2$, calcule o erro percentual usando a equação $E = \left| \frac{\text{valor experimental} - 9,81}{9,81} \right| \times 100$.

PROJETO: CONSTRUÇÃO DO PÊNULO ELETROSTÁTICO COMO FERRAMENTA DIDÁTICA

PÚBLICO ALVO: ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

RESUMO

Esta proposta é direcionada para construção de atividades experimentais no ensino de Física para alunos do terceiro ano do ensino médio. Os materiais que podem ser usados para construir o pêndulo eletrostático são: fita adesiva, copo descartável, canudinho de refrigerante, cliques para processos nº 8, linha de nylon, estilete e régua. O projeto tem como objetivos verificar os processos de eletrização dos corpos e a força elétrica presente. Este projeto proporcionará aos alunos uma dinamização as aulas de Física, além disso, o trabalho mostra que é possível fazer uma aula prática utilizando materiais de baixo custo, visando aproximar à teoria a prática, além de proporcionar aos alunos e professores agrupamentos produtivos, interação social, cultural e respeitando os conhecimentos prévios dos estudantes no âmbito escolar.

JUSTIFICATIVA

Quando trabalhamos com atividades experimentais no âmbito escolar, estamos incentivando a pesquisa, proporcionando interação social, responsabilidade de cada aluno, além de fortalecer o ensino-aprendizagem. No que se refere aos conteúdos de Física relacionados ao projeto, os alunos ficarão com mais elementos norteadores para estudos posteriores. Quando se trabalha com experimentos de Física em sala de aula, estamos mostrando aos alunos que é possível a comprovação dos conteúdos teóricos estudados.

OBJETIVOS

- Fortalecer do ensino-aprendizagem dos alunos através da pesquisa, união de trabalho em grupo, interação social e respeitando os conhecimentos prévios dos alunos;
- Verificar os processos de eletrização dos corpos;
- Observar a força elétrica presente na eletrização;
- Mostrar que é possível elaborar aulas atrativas com uso materiais de baixo custo;
- Dinamização das aulas de Física no Ensino Médio.

METODOLOGIA

No início do primeiro bimestre do ano letivo de 2017 em uma escola pública de Rio Branco, foi observado a importância de trabalhar atividades experimentais utilizando materiais de baixo custo, visando fazer aulas mais atrativas e concretas que dessem mais significados para alunos e despertassem o prazer em estudar os conteúdos propostos. O projeto foi desenvolvido com os alunos de terceiro ano do ensino médio de uma escola pública de Rio Branco.

RESULTADOS OBTIDOS

Com o desenvolvimento do projeto, os alunos envolvidos juntamente com professor orientador, possivelmente despertaram ainda mais o interesse de trabalhar com atividades experimentais, e fortalecer os aspectos sociais entre os membros da comunidade escolar, além disso, os alunos poderão diferenciar com mais facilidade os processos de eletrização dos corpos, analisar e identificar o tipo de força presente.

Sequência didática: Processo de Eletrização

Autor: Mestrando Lourivaldo de Oliveira Santos

Orientador: Prof. Dr. Eduardo de Paula Abreu

Local: Escola Pública de Rio Branco

Duração: 300 minutos – 6 aulas

Assunto: Processos de Eletrização, Carga elétrica, Princípios da Eletrostática, Eletrização, Pêndulo Eletrostático.

OBJETIVOS:

- ✓ Identificar as maneiras de eletrização dos corpos;
- ✓ Classificar corpos eletrizados em positivos e negativos, dependendo da quantidade de elétrons em falta ou em excesso usando a série triboelétrica;
- ✓ Aplicar o princípio da conservação da carga elétrica na resolução de situações-problemas.

Atividade1

Aula expositiva com auxílio do livro didático sobre carga elétrica, processos de eletrização e os princípios da eletrostática, destacando conceitos de cada tópico, mostrando para os alunos suas aplicações no cotidiano e resoluções de situações problemas. O tempo previsto para realização dessa

atividade é 2 horas/aulas. O conteúdo abordado nesta aula pode ser encontrado no livro didático BONJORNO; CLITON,. **Física Ensino Médio**. 2. ed. São Paulo : FTD, v. 3, 2013. páginas 12 a 20.

Atividade 2

Aula expositiva com auxílio do livro didático, sobre processos de eletrização (atrito, contato e indução) com ênfase na resolução de situações problemas. O tempo previsto para essa atividade foi de 2 horas/aulas. O conteúdo abordado nesta aula pode ser encontrado no livro didático mencionado anteriormente páginas 16 a 29.

Atividade 3

Essa atividade consistiu na Construção do Pêndulo Eletrostático utilizando materiais de baixo custo. A lista de materiais necessários para confecção da atividade experimental proposta se encontra no roteiro experimental. O tempo previsto para realização dessa atividade é 2 horas/aulas, ou seja, 100 minutos.

ROTEIRO EXPERIMENTAL: PÊNDULO ELETROSTÁTICO

Autor: Mestrando Lourivaldo de Oliveira Santos

Disciplina: Física

Assunto: Processos de eletrização

Atividade experimental: Construção do Pêndulo Eletrostático

Objetivo: Mostrar os processos de eletrização dos corpos utilizando o Pêndulo Eletrostático.

Introdução

O Pêndulo Eletrostático é um conjunto constituído por um suporte, um fio isolante (por exemplo, de náilon ou seda) preso a ele com uma pequena esfera não eletrizada (que pode ser de isopor ou cortiça) pendurada nele (KAZUHITO; FUKU 2013, p. 22).

Para verificar se um corpo está eletrizado ou não, basta aproximá-lo da esfera neutra do pêndulo. Se a esfera não se mover, o corpo é neutro; se a esfera for atraída devido à indução eletrostática, o corpo está eletrizado.

Materiais: Canudos de refrigerante (2 canudos), copos descartáveis pequenos (geralmente usados para tomar café), papel alumínio, grampos para processos

(colchete nº 8), fios de meia-calça, fita adesiva, tesoura, estilete, papel higiênico e régua ou cano de PVC.

Procedimento experimental

- Pegue um copinho descartável e faça um pequeno corte no fundo dele.
- Pegue um dos canudos e coloque uma das extremidades no corte que você fez no fundo do copo.
- Com a fita adesiva feche o orifício para que o canudo não saia.
- Usando o estilete faça um pequeno furo na outra extremidade do canudinho.
- Pegue o segundo canudinho e corte em um terço.
- Coloque um pedaço no orifício que você fez no outro canudinho.
- Pegue o pedaço de linha e coloque por dentro do canudo que está na posição horizontal.
- Pegue um pedacinho de papel alumínio e corte de forma circular.

Seu procedimento deve chegar aproximadamente igual à figura abaixo.

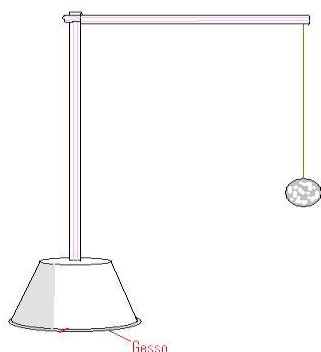


Figura 2: Pêndulo Eletrostático: Disponível em:<<https://www.google.com.br/search?q=pendulo+eletrostatico&source>>. Acessado em março de 2017

Roteiro de Atividades

Questão 1: Como é chamado o experimento que você fez e qual sua finalidade?

Questão 2: Que tipo de eletrização você pode encontrar nesse experimento?

Questão 3: Explique o que acontece quando você aproxima o cano de PVC ou a régua eletrizada da esfera do pêndulo.

Questão 4: Que tipo de força ocorre na experimentação?

Questão 5: Usando o celular o grupo deve fazer um pequeno vídeo sobre a finalidade do Pêndulo Eletrostático.

PROJETO: MEDINDO A CONSTANTE DE TEMPO DO CAPACITOR COM O USO DO MICROCONTROLADOR ARDUINO

PÚBLICO ALVO: ALUNOS DO TERCEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

RESUMO

O microcontrolador Arduino tem ajudado inúmeras pessoas no que se refere à ciência, eletrônica, robótica ou projetos de engenharia, permitindo-lhes construir coisas que antes não seria possível. Com o uso deste microcontrolador os alunos se sentem mais motivados, uma vez que passam por uma experiência educacional que é mais interessante, divertida e mais carregada com conteúdo STEM (sigla em inglês de ciência, tecnologia, engenharia e matemática). Nesse projeto usamos o microcontrolador Arduino Mega 2560 acoplado a um computador para medir a constante de tempo de um circuito RC.

JUSTIFICATIVA

Hoje em dia, os microcontroladores acoplados a computadores permitem o controle, aquisição, visualização e processamento de dados. Através deste trabalho pode-se desenvolver no aluno uma motivação para o estudo da Física e também tornar a Física mais acessível, uma vez que se usam materiais de baixo custo. Neste trabalho, queremos mostrar que é possível, e não dispendioso, configurar aparelhos experimentais onde os estudantes têm um papel mais ativo ao invés de simplesmente apertar e girar botões sem saber o que realmente está acontecendo.

OBJETIVOS

- Realizar aplicações simples do microcontrolador Arduino que mostrem suas potencialidades e desenvolver experimentos para o laboratório de Física utilizando este microcontrolador;
- Medir a constante de tempo do capacitor usando o microcontrolador Arduino;
- Construir o gráfico da voltagem em função do tempo de um capacitor.

METODOLOGIA

Neste trabalho usamos um circuito *RC* com uma fonte de tensão e um interruptor. Quando fechamos o interruptor a corrente elétrica flui no circuito e cria-se uma voltagem nos terminais do capacitor o qual será medida a constante de tempo. Quando removemos a fonte de tensão e fechamos o circuito, o capacitor se descarrega. Usamos como fonte de alimentação a tensão de

saída+5V na placa do Arduino e este nos permite construir um gerador de onda quadrada. Configurando um dos pinos do estado alto para um período de tempo e então no estado baixo para o mesmo período geramos uma onda quadrada com suficiente precisão para este experimento. Definimos o pino 7 como um pino de saída e usamos o pino A0 para ler a voltagem através do capacitor.

RESULTADOS OBTIDOS

Com o desenvolvimento desse projeto utilizando a placa Arduino em um circuito RC, encontramos a constante de tempo para a descarga de um capacitor e com o auxílio do programa Libre Office foi feito o gráfico da voltagem em função do tempo da descarga de um capacitor e, além disso, encontramos o erro percentual e a equação da linha de tendência, como é mostrado no roteiro experimental.

Sequência didática: Capacitores e Resistores

Autor: Mestrando Lourivaldo de Oliveira Santos

Orientador: Prof. Dr. Eduardo de Paula Abreu

Local: Escola pública de Rio Branco

Duração: 400 min – 8 horas/aulas

Assunto: Capacitores e Resistores

Conteúdo: Capacitores, História dos Capacitores, Capacitância, Energia armazenada por um Capacitor, Resistores, Resistência elétrica, Lei de ohm e Códigos de cores dos Resistores e Noção da Placa Arduino.

OBJETIVOS:

- ✓ Calcular a capacitância, diferença de potencial e carga dos capacitores;
- ✓ Saber diferenciar os tipos de Capacitores;
- ✓ Identificar a energia do capacitor através do gráfico da carga em função da diferença de potencial;
- ✓ Saber calcular a resistência elétrica, resistividade, área e comprimento dos resistores em situações-problemas;
- ✓ Identificar o gráfico dos resistores ôhmicos;
- ✓ Conhecer a placa Arduino.

Atividade 1

No primeiro momento os alunos devem ser orientados a fazerem uma leitura silenciosa no livro didático BONJORNÓ; CLITON, **Física Ensino Médio**. 2. ed. São Paulo : FTD, v. 3, 2013, páginas 66 a 67 sobre a carta de Benjamin Frank a Peter Collison. Após a leitura fazer um debate sobre texto.

No segundo momento aula expositiva com o auxílio do livro didático mencionado anteriormente nas páginas 61 a 63 sobre os tópicos: capacitores, capacitância e energia armazenada em um capacitor. O tempo previsto para essa atividade é de 2 horas/aulas, ou seja, 100 minutos.

Atividade 2

Essa atividade é voltada para resoluções de situações-problemas, recomenda-se que coloque os alunos em duplas para resolverem os exercícios propostos: 1 a 7 do livro didático mencionado na atividade 1 na página 64. Duração dessa atividade 1 hora/ aulas, ou seja, 50 minutos.

Atividade 3

Coloque vários dispositivos eletrônicos diante dos alunos, pergunte a eles, qual dos dispositivos é um resistor? Tente tirar informações prévias dos alunos sobre os resistores. No segundo momento com o auxílio do livro didático BONJORNÓ; CLITON, **Física Ensino Médio**. 2. ed. São Paulo : FTD, v. 3, 2013. páginas 90 a 93 ou do livro adotado pela escola, execute uma aula expositiva sobre os tópicos: Resistores, resistência elétrica e resistividade. O tempo previsto para a realização dessa atividade é de 2 horas/aula, ou seja, 100 minutos.

Atividade 4

Essa atividade está voltada para a resolução de exercícios propostos, coloque os alunos em dupla ou em grupo para resolverem os exercícios: 1 a 4 do livro didático BONJORNÓ; CLITON, **Física Ensino Médio**. 2. ed. São Paulo : FTD, v. 3, 2013. página 95. Tempo previsto 1 hora/aula de 50 minutos.

Atividade 5

No primeiro momento apresentar aos alunos um vídeo Arduino para iniciantes, disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=AFqwLvl4iU>. Após a exibição do vídeo apresentar o Kit que eles irão usar para calcular a constante de tempo capacitiva do capacitor em um circuito RC. Essa atividade tem um tempo previsto de 3 horas/aulas, ou seja, 150 minutos.

ROTEIRO EXPERIMENTAL DO MICROCONTROLADOR ARDUINO ENCONTRAR A CONSTANTE DE TEMPO

Autor: Mestrando Lourivaldo de Oliveira Santos

Disciplina: Física

Assunto: Capacitores e Resistores

Atividade experimental: Medindo a constante de tempo do capacitor usando o microcontrolador Arduino

Objetivo: Encontrar a constante de tempo do capacitor usando o microcontrolador Arduino, construir o gráfico da voltagem em função do tempo de um capacitor usando o programa Libre Office.

Introdução

O Arduino é uma plataforma que foi construída para promover a interação física entre o ambiente e o computador utilizando dispositivos eletrônicos de forma simples e baseada em softwares e hardwares livres.

Materiais: Um Microcontrolador Arduino mega 2560, uma placa protoboard, um resistor de $1000\ \Omega$, um capacitor de $470\ \mu F$, notebook, cabo USB e três fios jumper para Arduino.

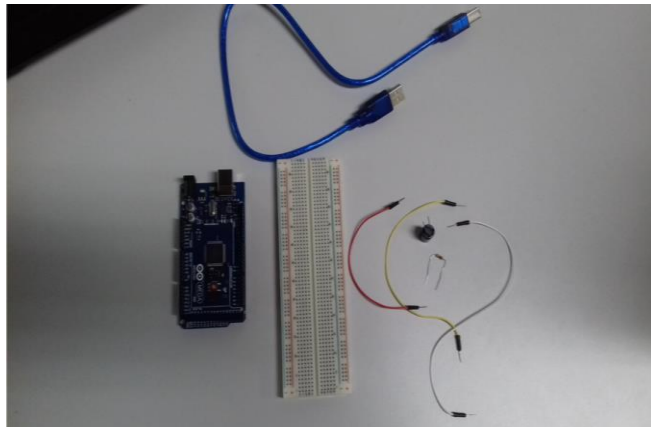


Figura 1. Kit para calcular a constante de tempo do capacitor em um circuito RC.
Fonte: arquivo pessoal.

Observação: Um capacitor pode ser perigoso. Eles podem produzir uma corrente elevada em um pequeno período de tempo. Nunca toque nas duas extremidades dos capacitores quando estiverem conectados a uma fonte.

Procedimento experimental

O procedimento experimental da instalação do Arduino na placa protoboard pode ser visto na figura 2.

- Pegue o cabo jumper de cor amarela e conecte ao pino de A0. O pino A0 será usado para ler a voltagem através do capacitor.
- Pegue a outra extremidade do cabo jumper de cor amarela e coloque em uma fileira horizontal da placa protoboard.
- Coloque uma das extremidades do cabo jumper de cor branca no pino GND e a outra extremidade coloque na mesma linha do cabo de cor amarela na placa protoboard.
- Pegue o fio jumper de cor vermelha e coloque no pino 7, e a outra extremidade coloque na mesma linha dos demais fios.

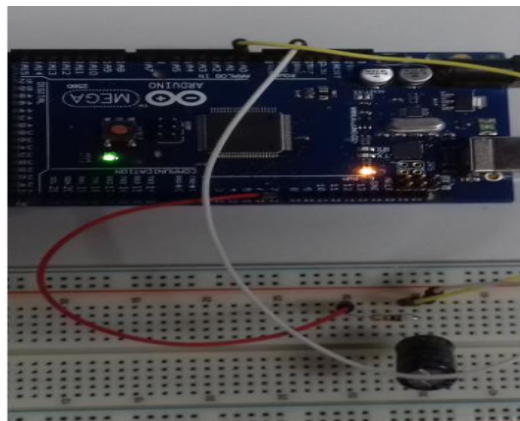


Figura 2: Instalação do Arduino na placa protoboard. Fonte: Arquivo pessoal

Os passos a seguir mostram como colocar o resistor e capacitor em série na placa protoboard.

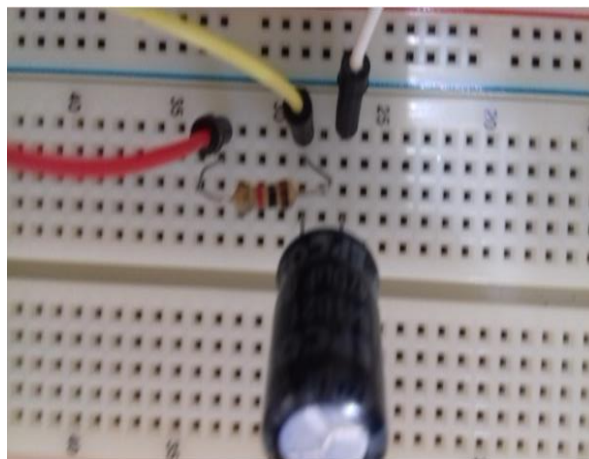


Figura 3. Circuito RC na placa protoboard. Fonte: Arquivo pessoal.

- Pegue o resistor e coloque em uma linha paralela aos cabos jumper como é mostrado na figura 3.

- Uma perna do resistor tem que ficar na mesma coluna do cabo jumper de cor amarela e a outra perna do resistor coloque na mesma coluna do cabo de cor vermelha como é mostrado na figura 3.
- Pegue o capacitor e coloque uma de suas pernas na mesma coluna do fio amarelo e a outra perna coloque na mesma coluna do fio branco. Não se esqueça de colocar a faixa branca que tem no capacitor na mesma direção do cabo jumper de cor branca que está ligado ao pino GND.
- Instale o Arduino no seu computador. Uma vez instalado o Arduino, com o cursor do mouse dê dois cliques sobre o ícone do Arduino mega 2560 (ver figura 4). Você vai observar que vai abrir a interface do programa que é chamada de IDE (Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado), como é mostrado na figura 5.
- Vá em arquivo, clique em novo, e digite o código da listagem que está no apêndice E. Salve com o nome de sua escolha, como por exemplo, capacitor.
- Conecte o Arduino ao computador como mostra a figura 6.
- Clique no ícone verificar (ver figura 5) no topo do IDE para verificar se não há erros em seu código. Se não houver erros, clique no botão carregar para fazer o upload do código ao seu Arduino.
- Clique em File, em seguida clique em capacitor 2. (ver figura 7).
- Abra o monitor Serial (ver figura 8) e selecione 115200 para a taxa de transmissão.

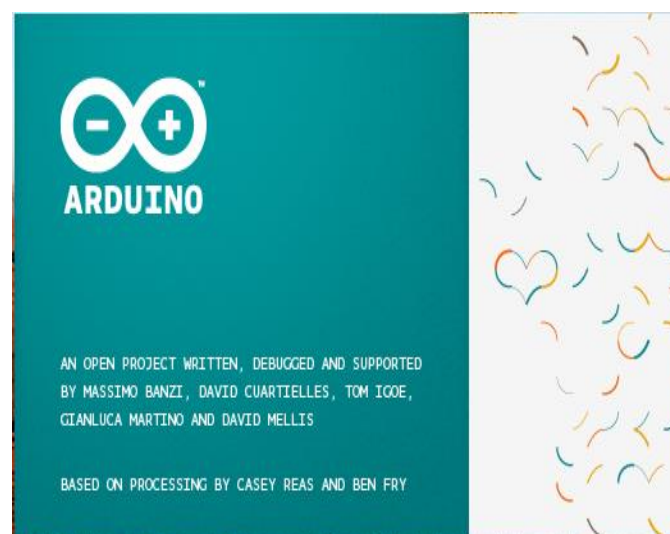


Figura 4. Ícone do Arduino mega 2560. Fonte: Programa Arduino mega 2560.

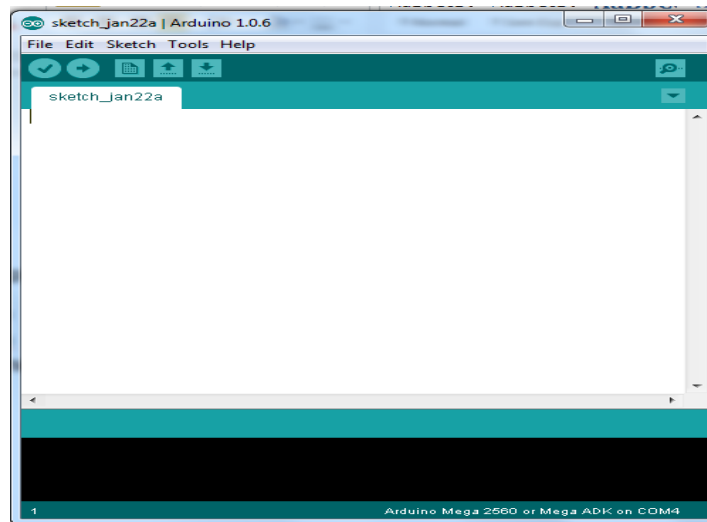


Figura 5: Interface do Arduino Mega 2560. Fonte: Programa Arduino mega 2560.

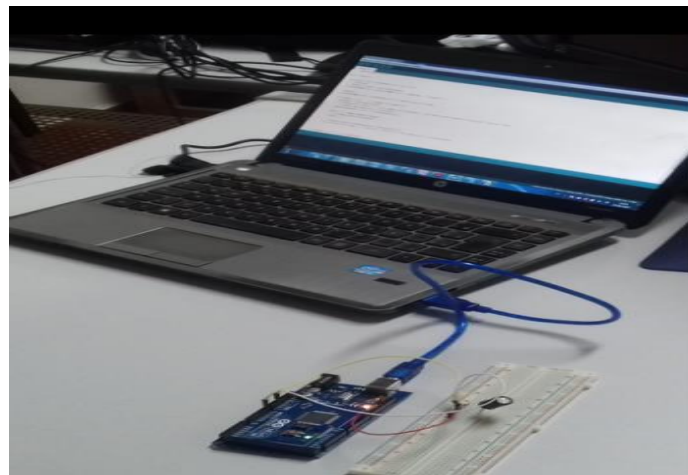


Figura 6. Arduino mega 2560 conectado ao notebook. Fonte: Arquivo pessoal.

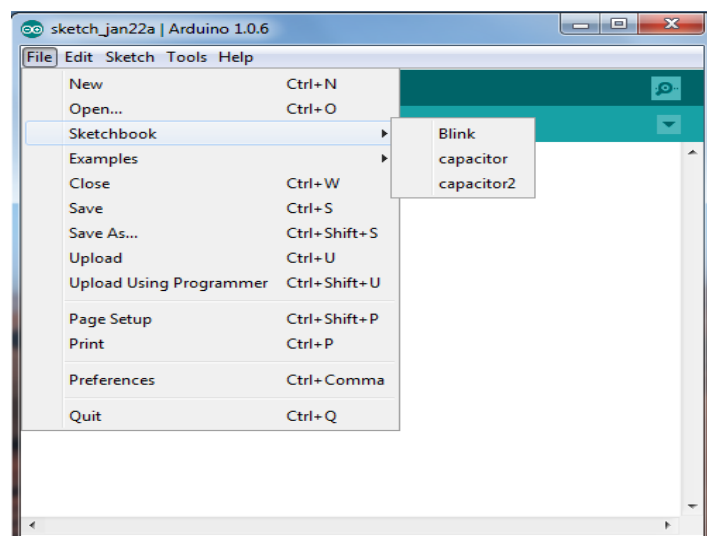


Figura 7. Ferramentas do Arduino. Fonte: Programa Arduino mega 2560.

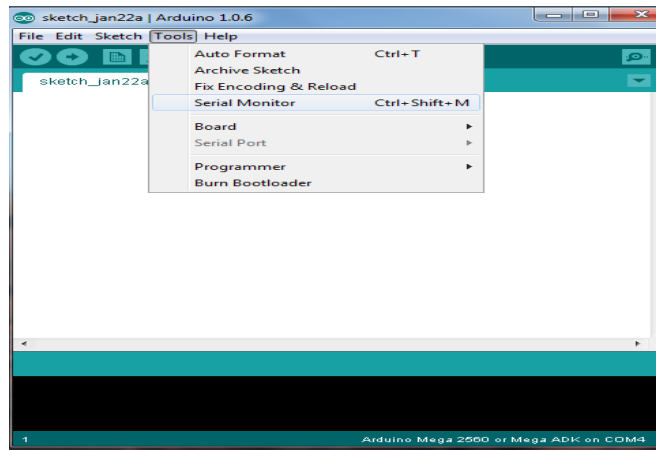


Figura 8. Interface do Arduino mega. Fonte: Programa Arduino Mega 2560.

O programa Arduino vai gerar valores da carga e descarga do capacitor, seleccione os valores da descarga, cole no bloco de notas e salve com um nome de sua escolha, como por exemplo, capacitor. Os valores são semelhantes aos da figura 9.

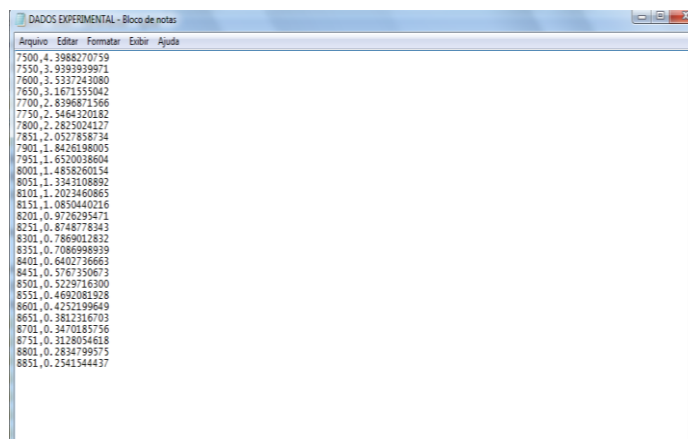


Figura 9. Valores da descarga do capacitor fornecido pelo microcontrolador Arduino 2560.

- Abra o programa Libre Office para construir o gráfico da voltagem em função do tempo que deve ser semelhante ao da figura 10.

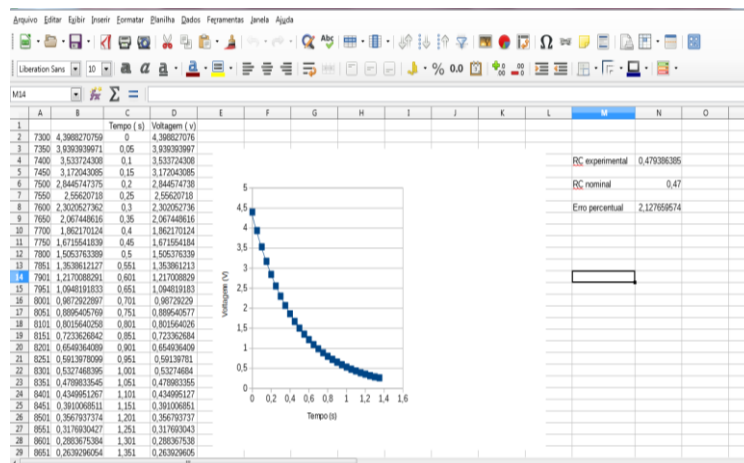


Figura 10. Resultado do experimento. Fonte: Programa Libre Office.

- Coloque os instantes de descarga em segundos, depois selecione as colunas do tempo e da voltagem.
- Clique no botão inserir gráfico, dispersão, o programa vai gerar um gráfico semelhante ao da figura 10.
- Com botão esquerdo do mouse clique em cima da curva e depois com botão o clique em obter linha tendência.
- Como é mostrado na figura 11, selecione o tipo de regressão Exponencial, e mostrar equação, mostrar coeficiente de determinação, clique em ok.

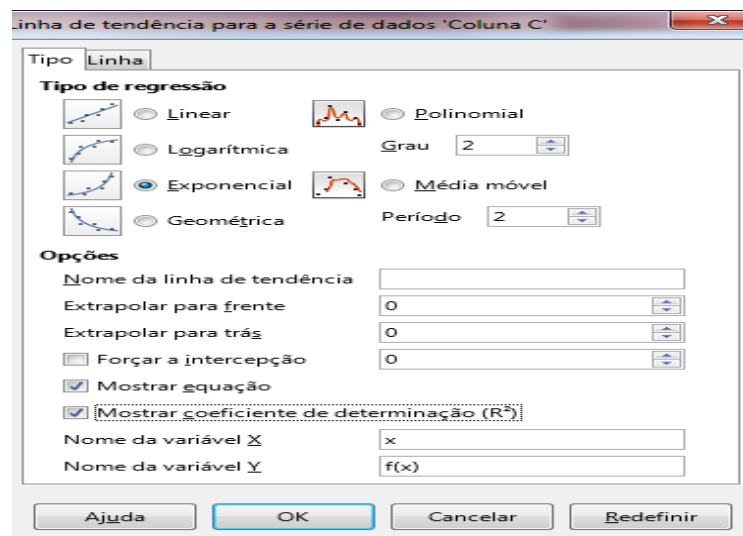


Figura 11. Linha de tendência. Fonte: Programa Libre Office.

- Do expoente da equação (2.15) da linha de tendência fornecida pelo Libre Office, calcule o valor experimental da constante de tempo do capacitor, equação (2.16).
- Com os valores nominais da resistência e da capacitância calcule o valor nominal da constante de tempo, usando a equação (2.16).
- Calcule valor do erro percentual usando a expressão $E = \left| \frac{\text{valor experimental} - \text{valor nominal}}{\text{valor nominal}} \right| \times 100$. Compare o resultado com os resultados dos demais colegas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Valéria de Freitas. / **A inserção de atividades experimentais no ensino de Física em nível médio: em busca de melhores resultados de aprendizagem.** 2006. 133f/ Dissertação (mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

AMORIM, Hélio. S. et al. **A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 1702 (2011). Disponível em: www.sbfisica.org.br.

ARDUINO. Disponível em: <<https://www.arduino.cc>>. Acesso em: 20 /12/ 2017.
ARDUINO. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/YunSysupgrade>>. Acesso em 22 /12/ 2017.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional.** 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 625 p.

BAGNATO, V.S.; ZILIO S.C. **Mecânica, calor e ondas.** 1.ed. São Paulo: Ipen,1989.

BASSO, C. M. **Algumas Reflexões Sobre o Ensino Mediado Por Computadores.** Disponível em: <http://www.ufsm.br/lec/02_00/Cintia-L&C4.htm>. Acesso em: 28 /11/ 2017.

BONJORNO; CLITON,. **Física Ensio Médio.** 2. ed. São Paulo : FTD, v. 3, 2013.

BRASIL ESCOLA. Disponível em: <www.brasilecola.uol.com.br>. Acesso em 21/01/2018.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9394, 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília,1998.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+): ensino médio.** Brasília: Ministério da Educação, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais:** ensino médio. Brasília, 2000.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+: ensino médio: orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BUENO, R.S. M.; KOVALICZN, R.A. **O ensino de ciências e as dificuldades das atividades experimentais.** Disponível em <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br>> Acesso em 22/10/2017.

CALDAS, J. **Museu Interativo da Física da UFPA.** Disponível em <<http://minf.ufpa.br>>. Acesso em 20/04/2017.

CAMPOS, A. A.; ALVES, E. S.; SPEZIALI, N. L. **Física experimental na Universidade. Belo Horizonte: UFMG, 2008. 2013 p.**

CASTRO, Luiz Henrique Monteiro. / **O uso do Arduino e do processing no ensino de física.** 2016. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CAVALCANTE, M. A; TAVOLARO, C. R. C; MOLISANI, E. **Física com Arduino para iniciantes.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 4, 4503 (2011). Disponível em: www.sbfisica.org.br.

COELHO, Luana. **Vygotsky: sua teoria e a influência na educação.** Disponível em: <<http://facos.edu.br/publicacoes/revistas>>. Acesso em 26/12/2017.

GALERIU, Calin. et al. **Uma investigação do Movimento Harmônico simples com o Arduino.** American Association of Physics Teachers (Associação Americana de Professores de Física). (2013). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1119/1.4865518>.

GASPAR, A. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Uma nova visão baseada na Teoria de Vygotsky,** Editora livraria da física. ed. 2014.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física.** 3. ed. São Paulo : Ática , v.1, 2016.

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.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de física: eletromagnetismo.** 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. **Fundamentos de física: eletromagnetismo.** 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

HERNÁNDEZ, F. A. **organização do currículo por projetos de trabalho.** 5. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

JUNIOR, Luiz Ariovaldo Fabri. / **O uso de Arduino na criação de kit para oficinas de robótica de baixo custo para escolas públicas.** 2014. Dissertação (mestrado)- Faculdade de Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.

KAKUNO, Edson. M. et al. **Uso da plataforma Arduino e do software PLX-DAQ para construção de gráficos de movimento em tempo real.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 38, nº 3, e 3503 (2016). Disponível em: www.scielo.br/rbef.

KAY, A. **Sistemas Embarcados do Ceará**, 2011. Disponível em: <https://embarcadosce.wordpress.com>. Acesso em 20/10/2017.

KOHORI, Rodolfo Kasuyoshi. **/estratégias experimentais de ensino visando contribuir com o ensino de física de modo significativo: atividades de Eletricidade, Magnetismo e Eletromagnetismo.** /Dissertação(mestrado), Universidade Estadual Paulista, 2015.

LEAL, C. E. S; SILVA, J.C.X. **Proposta de laboratório de Física de baixo custo para escolas da rede pública de ensino médio.** Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 39, nº 1, e1401 (2017). Disponível: www.scielo.br/rbef.

MCROBERTS, M. **Arduino básico.** Tradução Rafael Zanolli. São Paulo: Novatec, 2011.

MOREIRA, M.A. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências.** 1.ed. Porto Alegre, 2009.

MOREIRA, Marcos. A. **A Teoria de Aprendizagem de David Ausubel como Sistema de Referência para a Organização de Conteúdo de Física.** Revista Brasileira de Física, Vol. 9, N.º 1, 1979.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem.** São Paulo: E.P.U,2011.

MORS, P. M; BRUSCATO, G. C. **Ensinando Física através do radioamadorismo.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 1, 1506 (2014). Disponível em: www.sbfisica.org.br.

MUNDO EDUCAÇÃO. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica>>. Acesso em 10/11/2017.

NASCIMENTO, Aline Pereira. / **Experimentos de baixo custo no ensino de física na educação básica.** 2015. Dissertação (mestrado)- Instituto de Física e Química, Universidade Federal de Goiás, Catalão, Goiás.

NEVES, João Henrique Moura. / **Uso de experimentos, confeccionados com materiais alternativos, no processo de ensino e aprendizagem de física: lei de hooke.** 2015. Dissertação (mestrado)- Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, São Paulo.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J.H. **/Teorias de Aprendizagem.** / Texto introdutório, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Instituto de Física. 2010.

PELOURSON, A. et al. **Measuring the RC time constant with Arduino (Medindo a constante de tempo RC com Arduino)**. *Physics Education* em 2017.

PEREIRA, N. S. A., **Measuring the RC time constant with Arduino**. *Phys. Educ.* 51, (2016).

PRASS, Aberto Ricardo. / **Teorias de Aprendizagem**. / Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Instituto de Física. 2008.

REIS, V.R., **I2C-Protocolo de Comunicação**. Disponível em: <<http://www.arduino.br/arduino/i2c-protocolo-de-comunicacao>>. Acesso em 28/12/2017.

ROCHA, Fábio. S. et al. **Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para ensino**. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 31, n. 98 1, p. 98-123, abr. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p98>.

SARTORI, G. **Desenvolvimento de um Sistema Microcontrolador de Baixo custo Utilizando Smartphone para Aplicações de Automação Residencial**. / Trabalho de Conclusão de Curso. / Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

SOUZA, F. **Embarcados Arduino Mega**, 2014. Disponível em: <<https://www.embarcados.com.br/arduino-mega-2560>>. Acesso em 26/10/2017.

TEIXEIRA, Hélio. Disponível em: <<http://www.helioteixeira.org/ciencias-da-aprendizagem/teoria-do-desenvolvimento-cognitivo-de-lev-vygotsky>>. Acesso em 22/10/2017.

TORT, A. C.; CORDOVA, H. **Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 38, nº 2, e 2308 (2016). Disponível: www.scielo.br/rbef.

VIGOTSKY, L.S., **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos**/ L.S. 4.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

YAMAMOTO, K.; FUKU, F. **Física para o ensino médio**. 3.ed. São Paulo: Saraiva, v. 2, 2013.

YAMAMOTO, K.; FUKU, F. **Física para o ensino médio**. 3.ed. São Paulo: Saraiva, v. 3, 2013.

YOUNG, D.; FREEDMAN, A. **Física III Eletromagnetismo**. 12.ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.