



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NATURAIS, MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

## **EXPERIMENTOS COM O ARDUINO® NAS AULAS DE FÍSICA**

Andreia Paulino da Silva

Mossoró-RN, dezembro de 2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS NATURAIS, MATEMÁTICA E ESTATÍSTICA  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

## **EXPERIMENTOS COM O ARDUINO® NAS AULAS DE FÍSICA**

Andreia Paulino da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Lázaro Luís de Lima Sousa

Mossoró-RN, dezembro de 2018

# **EXPERIMENTOS COM O ARDUINO® NAS AULAS DE FÍSICA**

Andreia Paulino da Silva

Orientador: Prof. Dr. Lázaro Luís de Lima Sousa

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido no Curso de Mestrado Profissional de Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em: \_\_\_/ \_\_\_/ \_\_\_

Banca Examinadora:

Prof<sup>o</sup> Dr. Lázaro Luís de Lima Sousa  
UFERSA – Orientador e Presidente da Banca

Prof<sup>a</sup> Dra. Luciana Angélica da Silva Nunes  
UFERSA – Membro Interno

Prof<sup>o</sup> Dr. Carlos Humberto Oliveira Costa  
UFC – Membro Externo

d586e da Silva , Andréia Paulino .  
EXPERIMENTOS COM O ARDUÍNO® NAS AULAS DE  
FÍSICA / Andréia Paulino da Silva . - 2019.  
82 f. : il.

Orientador: Lázaro Luís de Lima Sousa.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Física, 2019.

1. Ensino de Física. 2. Experimentação. 3.  
Computador . 4. Arduino . I. de Lima Sousa, Lázaro  
Luís , orient. II. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus professores, em especial, o orientador pelo aprendizado, ao programa de mestrado profissional em ensino de física (MNPF), à Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela oportunidade e à CAPES pelo apoio financeiro.

“A experimentação, e não a discussão filosófica é o que decide o que é certo em ciência.”

**(Paul G. Hewitt)**

# RESUMO

## EXPERIMENTOS COM O ARDUINO® NAS AULAS DE FÍSICA

Andreia Paulino da Silva

Orientador: Prof. Dr. Lázaro Luís de Lima Sousa

A experimentação é fundamental dentro do ensino de física, pois ela garante ao aluno o fazer, o manusear e principalmente a entender como se dá o processo de formulação das leis físicas através do método científico. Desde os primórdios, quando a física ainda era intitulada de filosofia natural, tendo como um dos seus pioneiros Galileu Galilei, que a experimentação se tornou uma peça fundamental para comprovação das “verdades científicas”. Dentro do ensino de física ela vem agregada com o laboratório de didático, este por sua vez veio evoluindo de acordo com o paradigma da educação vigente. Hoje estamos na era tecnológica, o computador se tornou uma ferramenta essencial dentro da sala de aula e, via de regra, das aulas experimentais de física. Sua importância dentro do laboratório está na aquisição e processamento dos dados coletados por algum dispositivo eletrônico. Nesse trabalho, usamos a plataforma Arduino® para a coleta desses dados por apresentar um software livre, ter sua relação custo benefício baixo (em relação aos kits comerciais), por sua versatilidade, e facilidade de programação. Seu microcontrolador pode ser facilmente utilizado em outros experimentos de física, diferindo dos kits de laboratórios comerciais que são utilizados apenas para determinados experimentos no qual foram projetados. Mostraremos experimentos como queda livre, pêndulo simples e sistema massa-mola, modelos estes muitos utilizados nas aulas de física com a utilização do computador e placa Arduino® para aquisição e processamento desses dados fazendo com isto uma interação do aluno com a tecnologia, tornando as aulas de físicas mais dinâmicas e atrativas.

Palavras-chave: Ensino de Física, experimentação, computador, Arduino®.

# ABSTRACT

## EXPERIMENT WITH ARDUINO® IN PHYSICS CLASSES

Andreia Paulino da Silva

Orientador: Prof. Dr. Lázaro Luís de Lima Sousa

Experimentation is fundamental in the teaching of physics since it guarantees the student to do, to handle and mainly to understand how the process of formulation of physical laws occurs through the scientific method. From the earliest times, when a physics was still titled Natural Philosophy, having as one of its pioneers Galileu Galilei, that experimentation becomes a fundamental piece for the verification of scientific truths. Within the teaching of physics, it is combined with the didactic laboratory, which in turn evolved according to the prevailing education paradigm. Its importance within the laboratory is in the acquisition and processing of data collected by some electronic device. In this work, we use the Arduino® platform to collect such data by presenting free software, having a low cost-benefit ratio (in relation to commercial kits), for its versatility and ease of programming. Your microcontroller can be easily used in other physics experiments, differing from commercial laboratory kits that are only used for certain experiments in which they were designed. We will show experiments such as free fall, simple pendulum and mass-spring system, many of these models used in physics classes using the computer and Arduino® board for acquiring and processing this data, thus making student interaction with technology, classes of physics more dynamic and attractive.

Key words: Physics teaching, experimentation, computer, Arduino®



# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação do Arduino®; Fonte: <a href="https://www.Arduino®.cc/">https://www.Arduino®.cc/</a> .....	4
Figura 2 – Arduino® uno (autoria própria); .....	5
Figura 3 – Layout da placa e pinos do Arduino® Uno (Martin Evans, 2013) .....	6
Figura 4 – Entradas analógicas (Martin Evans, 2013).....	7
Figura 5 – entrada e saídas digitais (Martin Evans, 2013) .....	7
Figura 6 – pinos de alimentação (Martin Evans, 2013) .....	8
Figura 7 – IDE do Arduino® versão 1.8.5.....	9
Figura 14–Em (a) Conjunto massa mola na posição de equilíbrio. Em (b) conjunto massa mola com uma elongação (x);.....	28
Figura 16– circuito-base e esquema em (a) e (b), respectivamente; .....	34
Figura 17 – (a) sinal captado pelo Arduino® em um LDR, (b) sinal captado quando medido simultaneamente os dois LDR's quando o corpo está em queda-livre; .....	35
Figura 18 – Circuito-base formado por LDR, resistor e Arduino®. ....	35
Figura 19 – Sinal captado pelo Arduino® quando o feixe luminoso atinge, ou não, o LDR. ....	36
Figura 21– (a) Aparato experimental completo; (b) Em destaque o circuito e o pêndulo simples; (c) zona de interação entre a massa oscilante e o LDR; .....	39
Figura 22 – (a) Circuito-base e esquema de montagem sistema massa-mola; (b) o sinal obtido para o sinal do Arduino® e sua conversão para a posição da massa....	39
Figura 24– (a) alunos realizando a prática com o Arduino®; (b) resultados obtidos para o sinal do Arduino®, para a calibração em (a), e em (b) o resultado da análise mostrando a distância D em função do tempo; .....	43
Figura 21 – Queda livre de um corpo; .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 22 – Circuito-base e esquema de montagem do experimento de queda livre; .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 23 – (a) Sinal do Arduino® medido por um LDR na situação em que é incidida luz sobre sua face (estado de claro) e quando lhe é negado luz sobre sua face (estado de escuro); (b) Sinal do Arduino® no conjunto de dois LDR's para um corpo em queda livre.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 24 – Pêndulo simples; .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 25 – Circuito-base e esquema de montagem do experimento de pêndulo simples; .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 26 – Sinal do Arduino® medido por um LDR na situação em que é incidida luz sobre sua face (estado de claro) e quando lhe é negado luz sobre sua face (estado de escuro) enquanto a massa está oscilando no pêndulo simples.	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 27 – Sistema massa-mola na vertical;.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
Figura 28 – (a) Circuito-base e esquema de montagem do experimento inicial de calibração do LDR e Arduino®; (b) sinal observado pelas medidas do Arduino®. ....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

Figura 29 – (a) Circuito-base e esquema de montagem sistema massa-mola; (b) o sinal obtido para o sinal do Arduino® e sua conversão para a posição da massa.

..... **Erro! Indicador não definido.**

# LISTA DE TABELAS

- Tabela 1-- Regras para transposição didática;..... 22
- Tabela 2 – Medida do tempo de queda de um corpo; ..**Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 3 – Medida da gravidade com o período de oscilação do pêndulo simples.  
.....**Erro! Indicador não definido.**
- Tabela 4 – Medida da velocidade máxima e energia mecânica do sistema. .... **Erro!  
Indicador não definido.**
- Tabela 5 – Calibração para medida da posição. ....**Erro! Indicador não definido.**

# SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - Introdução .....	1
CAPÍTULO 2 - O Arduino® .....	4
2.1 HISTÓRIA DO ARDUINO® .....	4
2.2 A PLACA .....	6
2.3 SOFTWARE PARA O ARDUINO.....	8
CAPÍTULO 3 - Teoria da Aprendizagem.....	14
3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.....	14
3.2 CONDIÇÕES PARA APRENDIZAGEM SIGINIFICATIVA .....	14
3.3 ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS FACILITADORES .....	16
3.4 A PERSPECTIVA DA EXPERIMENTAÇÃO.....	17
3.5 O LABORATÓRIO DIDÁTICO.....	18
CAPÍTULO 4 - Fundamentação Teórica .....	25
4.1 QUEDA LIVRE.....	25
4.2 MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES.....	28
4.2.1 Sistema massa mola .....	28
4.2.2 Pêndulo Simples .....	31
CAPÍTULO 5 - Metodologia e Experimentação.....	34
5.1 QUEDA LIVRE.....	34
5.2 PÊNDULO SIMPLES.....	35
5.3 SISTEMA MASSA-MOLA .....	38
CAPÍTULO 6 - Resultados e Discussões .....	41
6.1 PÚBLICO ALVO.....	41
6.2 PÊNDULO SIMPLES.....	41
6.3 MASSA-MOLA.....	43
6.4 QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO.....	44
CAPÍTULO 7 - Considerações Finais.....	48
Referências Bibliográficas .....	49
APÊNDICE A: Produto Educacional.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

APÊNDICE B: Códigos Fonte .....**Erro! Indicador não definido.**

APÊNDICE C: Questionário Diagnóstico.....**Erro! Indicador não definido.**

## CAPÍTULO 1 - Introdução

---

As estratégias de ensino em Física ganharam um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). O objetivo do ensino médio não é mais o de preparar para o ensino universitário, mas sim a sua formação como cidadão ativo na sociedade, independente de sua escolaridade futura. Jovens que adquiriam instrumentos para a vida, para raciocinar, para compreender suas causas e razões das coisas, para exercer seus direitos, para cuidar de sua saúde, enfim para realizar - se, para viver. E como isso hoje reflete no ensino de física? [1] Definindo objetivos, não que antes eles não estavam presentes, mas não eram discutidos. Ensinar física significava fazer compreender aos alunos uma série de conhecimentos pré-determinados nos livros didáticos: cinemática, dinâmica, estática, eletrostática etc. Essa era a física. No entanto fixar objetivo implica definir estratégias para alcançá-los e selecionar conteúdos. Conteúdos propostos, não em função da lógica da física, mas em decorrência da proposta de educação e da lógica do ensino [1]. Trata-se de construir uma visão dessa ciência que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e crítico.

A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competência específica que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. Isso implica, também, na introdução à sua linguagem própria, que faz uso de conceitos e terminologia bem definidos, além de suas formas de expressão, que envolvem, muitas vezes, tabelas, gráficos ou relações matemáticas. Ao mesmo tempo, Ela deve vir a ser reconhecida como um processo cuja construção ocorreu ao longo da história da humanidade, impregnada de contribuições culturais, econômica e social, que vem resultando no desenvolvimento de diferentes tecnologias e, por sua vez, por elas impulsionado.

No entanto, as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. Elas passam a ganhar sentido somente quando colocadas lado a lado, e de forma integrada, com

as demais competências desejadas para realidade desses jovens. Em outras palavras, a realidade educacional e os projetos pedagógicos das escolas, que expressam os objetivos formativos mais amplos a serem alcançados, é que devem direcionar o trabalho de construção do conhecimento físico a ser empreendido.

Não é, entretanto, suficiente sinalizar a direção a seguir e explicar a mudança de rumos desejada em relação ao ensino de Física que vinha sendo praticado. Entre o discurso e novas práticas, há um longo percurso.

De certa forma, a sinalização efetuada pelos PCN é explícita quanto ao que não conduz na direção desejada e vem sendo percebida com clareza pelos professores [2]. O ensino de Física vem deixando de concentra-se na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso dar-lhe um significado, explicitando seu sentido já no momento de aprendizado, na própria escola média [2].

Por outro lado, frente a tantas solicitações, dimensões e recomendações a serem simultaneamente contempladas, que rumo os professores devem seguir sem os instrumentos necessários para as novas tarefas? E sem orientações mais concretas com relação ao que fazer? Como modificar a forma de trabalhar sem comprometer uma construção sólida do conhecimento em Física? Até que ponto se deve desenvolver o formalismo da Física? Como transformar o antigo currículo? Que tipo de laboratório faz sentido? Essas e outras questões estão ainda para muitos sem resposta, indicando a necessidade de uma reflexão que revele elementos mais concretos e norteadores.

Nosso desafio é, portanto, buscar meios para concretizar esses novos horizontes. É contribuir de alguma forma para as mudanças que vem ocorrendo no cenário escolar e especificamente na Física.

O Brasil é um país onde uma fração considerável dos estudantes nunca teve a oportunidade de entrar em um laboratório de ciência, na maioria das escolas, as aulas práticas simplesmente não existem [3]. É indispensável que a experimentação esteja sempre presente ao longo de todo o processo de desenvolvimento das competências em Física, privilegiando-se o fazer, manusear, operar, agir, em diferentes formas e níveis. A experimentação tem um papel importante para o desenvolvimento de uma nação segundo um estudo recomendado

pela CAPES<sup>1</sup>a maior proporção de físicos experimentais nos países industrialmente desenvolvidos tem origem na ampla utilização desses profissionais na indústria. Por isso retomar o papel da experimentação, atribuindo-lhe uma maior abrangência torna-se fundamental para promover esse desenvolvimento industrial e tecnológico no país.

Este trabalho tem como objetivos a montagem de experimentos de baixo custo com o uso da plataforma Arduino® para aulas de laboratório de Física da rede pública de ensino, a utilização do Arduino® como ferramenta mediadora entre o aluno e ensino de física, bem como a criação, com o uso do Arduino®, de um laboratório móvel de baixo custo e fácil utilização, e finalmente compreender as aplicações da Física, especialmente as relações entre ciência e sociedade, e ciência-tecnológica-sociedade;

---

<sup>1</sup> Ciência para um Brasil competitivo – o papel da Física / Adalberto Fazzio, Alaor Chaves (Org), Celso Pinto de Melo, Rita Maria de Almeida, Roberto Mendonça Faria e Ronaldo Cintra Shellard – Brasília: Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, 2007.



## CAPÍTULO 2 - O Arduino®

---

Neste capítulo abordaremos a história do Arduino®, os hardware e software do Arduino® no intuito de facilitar os projetos com Arduino®.

### 2.1 História do Arduino®

O Arduino® surge em 2005 na cidade Ivrea, Itália. Criado inicialmente como ferramenta para profissionais das artes plásticas é rapidamente difundido devido seu baixo custo e fácil manuseio pelos profissionais que precisavam desenvolver projetos com aquisição automática de dados. Em outubro de 2008 chega a marca de 50.000 placas vendidas (Evans,2013). No Brasil a plataforma também recebeu o nome de genuíno. Todo ano é escolhido um dia em especial para demonstrações das aplicações desta plataforma e esse dia é conhecido como “genuíno day”. Com o passar do tempo o Arduino® ganhou uma série de versões: Arduino® uno, Arduino® duemilnove, Arduino® ethernet, Arduino® Mega, Lilypad Arduino®, Arduino® nano, porém todos baseados num micro processador de 8 bits Atmel AVR e usando um linguagem de programação Wiring que lembra a linguagem C++. A Figura 1 mostra o símbolo do Arduino®.



Figura 1 – Representação do Arduino®; Fonte: <https://www.Arduino®.cc/>

Atualmente com a evolução tecnológica, o computador é uma ferramenta criada pelo homem muito difundido por sua capacidade de aquisição de dados e velocidade de processamento. Porém ainda é pouco utilizado nas aulas de laboratório de física, devido à relação custo benefício ser muito elevada. Os kits de experimentos usados para realizar determinadas experiências são muito caros. Com isso as experiências feitas com o uso desses kits como de óptica, termodinâmica e etc. são observadas em sua maioria nos grandes centros (universidades), contudo a

comunidade científica vem desenvolvendo programas, circuitos de baixo custo cujo acesso e uso podem ser feito por qualquer pessoa. O Arduino® é um exemplo. Mas o que é 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 [4]. Resumidamente, a plataforma consiste em uma placa de circuitos com entradas e saídas para um microcontrolador AVR, um ambiente de desenvolvimento e o *bootloader* que já vem gravado no microcontrolador [4]. Seu destaque no cenário mundial se dá por sua versatilidade, baixo custo e facilidade de programação. A Figura 2 mostra a plataforma utilizada.



Figura 2 – Arduino® Uno (autoria própria);

Por isso, o referente trabalho visa contribuir para o ensino-aprendizagem, com a confecção de kits de experimentos de baixo custo usando o arduino, cujo objetivo é transformar o laboratório de ensino de experimental em um laboratório de ensino de experimental móvel usando uma tecnologia mais avançada que faz conexão entre o aluno e realidade física, social e cultural. Este laboratório pode ainda ser usado para uma aula expositiva experimental como uma aula experimental, devido o laboratório ser de baixo custo, fácil aquisição e manipulação ele poderá ser adequado para diferentes finalidades dependendo do público alvo. Por tanto o uso do Arduino®

associado com o computador permiti uma maior interatividade com o aluno, tornando as aulas experimentais mais dinâmicas.

## 2.2 A placa

Como mostrado anteriormente existem no mercado vários modelos de Arduino®, porém você que está começando a trabalhar com Arduino®, recomenda se que comece com o Uno, por apresentar um menor custo em relação suas versões mais avançadas e simples configuração, cuja sua conexão USB superior e uma melhor fonte de alimentação regulada integrada. O Arduino® Uno é uma boa opção multiuso e é sua melhor aposta para uma placa de partida com fonte de alimentação auto chaveada e tensão integrada de 3,3 V regulada. A Figura 3 mostra o layout da placa citada.

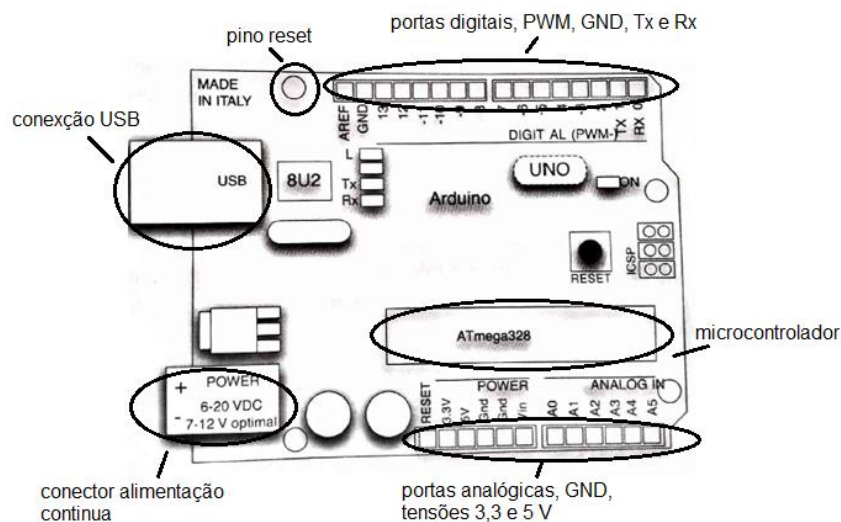


Figura 3 – Layout da placa e pinos do Arduino® Uno (Martin Evans, 2013)

Em dezembro de 2010 o blog <<https://blog.arduino.cc/2010/09/24/dinner-is-ready>> anunciava a chegada do Arduino® Uno com a seguinte frase: “O jantar está servido” – Uno significa um em italiano – e de seu irmão mais velho, o mega2560. O Arduino® Uno possui uma maior compatibilidade de pinos em relação suas versões anteriores o Duemilanove e Diecimila. Sua maior diferença entre seus antecessores

é o microcontrolador programado ATmega8U2 como um conversor USB para serial, substituindo o chipset FTDI obsoleto usado nas versões anteriores.

Os sinais analógicos são recebidos pela porta A0 e convertidos em sinais digitais no processador. Esses sinais são enviados ao computador via USB e convertidos em informação em tempo real pela interface gráfica. A Figura 4 mostra as entradas analógicas.

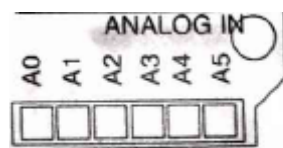


Figura 4 – Entradas analógicas (Martin Evans, 2013)

Os comandos recebidos pela interface gráfica são enviados pelo software para o Arduino® também via conexão USB e interpretados por ele. Esses sinais digitais são encaminhados aos pinos digitais 2 a 7 que acionam as lâmpadas através de transistores de chaveamento. A Figura 5 mostra as entradas e saídas digitais.

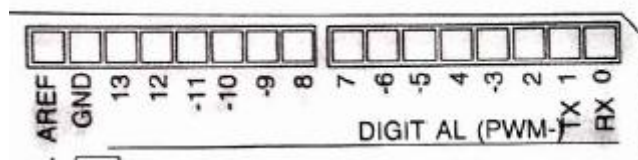


Figura 5 – entrada e saídas digitais (Martin Evans, 2013)

Os pinos digitais 3, 5, 6, 9, 10 e 11 marcados com um til (~) podem ser configurados como saída de PWM, pulso digital de largura variável que é interpretado em alguns circuitos como um sinal analógico.

O Arduino® Uno oferece pinos de saída de corrente contínua com tensão de +3,3V e +5V que pode alimentar pequenos componentes. A Figura 6 mostra os pinos de alimentação da placa.

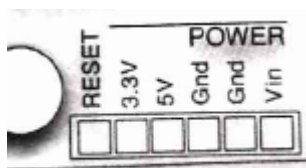


Figura 6 – pinos de alimentação (Martin Evans, 2013)

A placa Arduino® é conectada ao seu computador via USB. O cabo USB fornece os 5V necessários para alimentar o Arduino® e proporciona energia suficiente para acender um par de LEDs, permitindo-lhe alguma experimentação básica.

### 2.3 Software para Arduino®

Pronto você tem um computador, uma placa com alguns componentes eletrônicos. Porém para que a placa faça algum trabalho útil você deve lê-las as instruções é por isso que você vai precisar do ambiente de desenvolvimento integrado do Arduino® (IDE). O IDE do Arduino® fornece tudo o que é necessário para programá-lo.

O software para o Arduino® é de código aberto e pode ser baixado gratuitamente em <http://Arduino.cc/en/Main/software>. Observe para baixar a versão certa para seu sistema. As versões encontradas do IDE são para Windows, Mac OS X e Linux. A Figura 7 mostra o ambiente de trabalho do Arduino.

É importante que você esteja familiarizado com o IDE, pois é lá onde você escreverá todo seu código. Um bloco de códigos é chamado de sketch. Um sketch fornece ao Arduino® uma lista de instruções e o Arduino® esboça sua ideia.

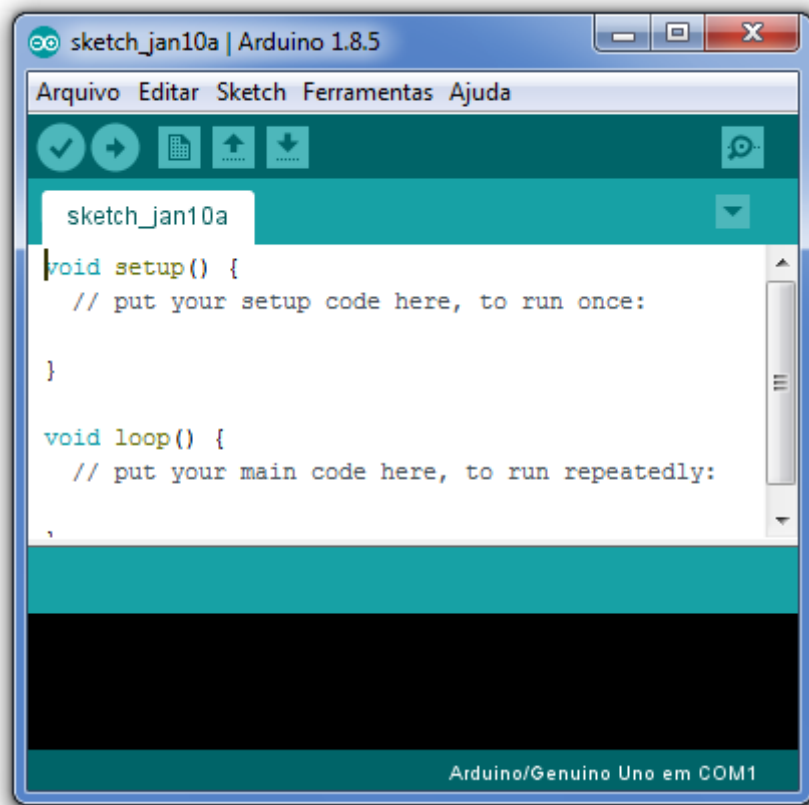


Figura 7 – IDE do Arduino® versão 1.8.5

Bem você agora tem um computador, arduino, o IDE e provavelmente uma lista de alguns materiais que você precisara inicialmente para começar a manusear com o arduino. A seguir listamos algumas matérias que recomendamos inicialmente para quem está começado a utilizar o arduino: Arduino (Uno), cabo USB, placa de testes (breadboard), seleção de LEDs, seleção de resistores, bateria de 9 V, Conectores da bateria, LDR, potenciômetro (resistor variável). É claro que esses componentes são apenas uma sugestão para os iniciantes, caso você já esteja familiarizados com outros componentes mãos a obra.

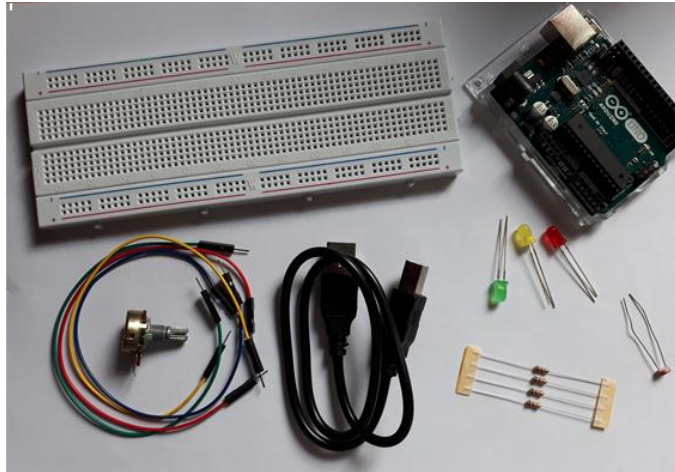


Figura 8 - Arduino e algumas ferramentas necessárias (autoria própria)

Antes de sair para aproveitar todos esses componentes, tudo o que você vai precisar para seu primeiro exemplo é um arduino, pois todos eles possuem um Led integrado conectado ao pino digital 13. Você vai fazer o LED acender e apagar repetidamente. Existe varias cores para os Led, mas o que vem conectados a porta 13 do arduino é geralmente verde. Esse LED ascende quando uma corrente é aplicada a ele, então você pode usar o pino 13 como chave. Quando o pino for aceso você ligou o LED e quando for desligado o pino você apagou o LED.

Devemos ressaltar que para o arduino fazer estes procedimentos temos que escrever um sketch para fazer o LED piscar.

### **Código para fazer um LED piscar**

```
Void setup() {  
    pinMode (13, OUTPUT);  
}  
Void loop () {  
    digitalWrite(13, HIGT);  
    delay(1000);  
    digitalWrite(13, LOW);  
    delay(1000);  
}
```

O código é simples e você estará atribuindo o pino digital 13 como uma saída e, sem seguida você entra em um loop na qual algum código muda o pino 13 para HIGH ou LOW durante um segundo. Esse valor do atraso é dado em milissegundos, ou seja, um atraso de tempo de um segundo.

Se você conectar seu arduino com o computador através do cabo USB, o sketch controlará o LED integrado próximo ao pino 13. Ou você poderá controlar também um LED externo conectando entre o pino 13 e o GND. A conexão é mostrada na figura abaixo:



Figura 9 - LED inserido no pino 13 e o GND (autoria própria)

O LED deve estar conectado de forma correta, o terminal mais curto (catodo) conectado no GND e o terminal maior (anodo) no pino 13.

Para verificar se seu Sketc funciona, você conecta seu arduino no computador por meio do cabo USB. Nesse caso precisará fazer alguns ajustes entre o software e o arduino. Você vai em ferramentas > placa e seleciona o arduino que esta usando, neste exemplo estamos com arduino uno, feito isso no mesmo botao de ferramentas você precisa definir a porta serial. Para o sistema Windows, a porta é indentificada como COM3. A figura abaixo traz de forma resumida os procedimentos para seleção da placa e definição da porta par o sistema operacional usado.



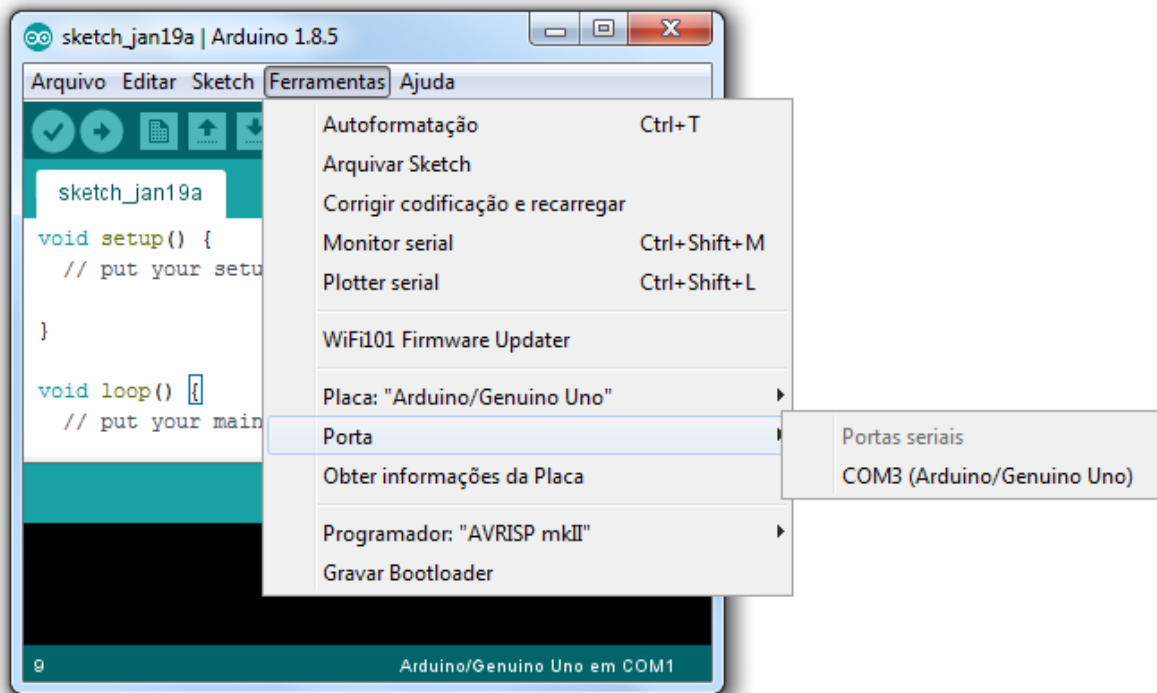


Figura 10 - Placa arduino uno e porta serial definida

O próximo passo é copiar o código escrito acima no IDE do arduino, logo após clicar no botão Upload para carregar seu sketch, espere alguns segundos, e então o LED deve começar a piscar em uma taxa de uma vez por segundo.

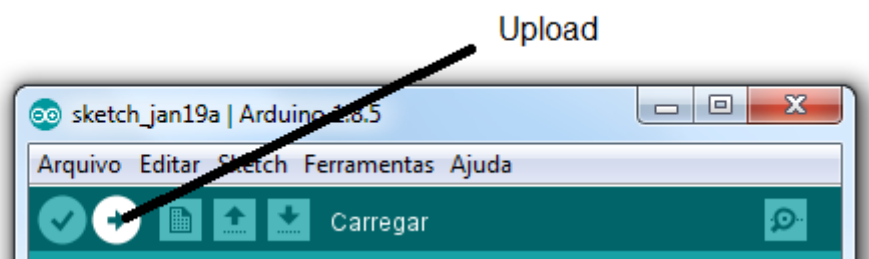


Figura 11- Botão para carregar o sketch para o arduino

O IDE quando você pressiona o botão carregar, ele verifica o código procurando erros e executa algumas traduções mínimas para converter o sketch para um C++ válido. O código é então compilado, o que significa que é convertido numa forma que pode ser entendido pelo arduino. Este arquivo é combinado com as bibliotecas padrão do arduino antes de ser carregado no seu hardware.

Procuramos neste capítulo familiarizar o leitor que não possui nenhum conhecimento sobre o arduino, começamos aprendendo um pouco da história do arduino e seu início na Interaction Design Institute na Itália, logo após mostramos alguns tipos de placas e qual a melhor para iniciar seus conhecimentos, explicamos sobre os hardware que formam a placa e como baixar e usar seu IDE. Finalizando com um simples exemplo de modo a motivá-lo em suas descobertas por essa ferramenta.

## CAPÍTULO 3 - Teoria da Aprendizagem

---

A fundamentação teórica deste trabalho baseia-se na aprendizagem significativa de David Ausubel que aborda conceitos como aprendizagem significativa, subsunçores, diferenciação progressiva, reconciliação integradora, organizadores prévios e mapas conceituais.

### 3.1 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Nossa mente pode ser considerada uma folha de papel em branco quando vamos aprender um conceito novo? Na fase escolar a forma como aprendemos deve levar em consideração nossas experiências cotidianas? Segundo a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel<sup>2</sup>, a resposta será: não, à primeira pergunta, e sim, a segunda. Para a teoria ausubeliana aprendizagem significativa é a interação do que o aprendiz já possui em sua estrutura cognitiva, com o que vai ser aprendido, e esta interação não ocorre de forma arbitrária, nem aleatória, mas de forma específica, ou seja, substantiva (Moreira, 2011). O conceito já existente em sua estrutura cognitiva é chamado de subsunçor ou ideia- ancora. Ele pode ser: uma proposição, um conceito, um modelo mental, construto ou imagem.

Por exemplo, o aluno de ensino médio antes de estudar o conceito de força já vem com a ideia de força como um puxão, empurrão, fazer força, não fazer força, na escola nas aulas de física ele vai aprender sobre força gravitacional – atração devido às massas dos corpos – e vai passar da ideia de que não é necessário apenas contato entre os corpos para ocorrer força, ou seja, que esta age também a distancia.

### 3.2 CONDIÇÕES PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Na perspectiva Ausubeliana são necessários dois fatores essenciais para haver uma aprendizagem significativa: o subsunçor tenha um potencial significativo

---

<sup>2</sup> David Ausubel (1918-2008) nasceu em Nova York, graduou – se em medicina e psicologia. Dedicou-se a psicologia educacional e a teoria cognitivista em parte pelos castigos e humilhações sofridas na escola durante sua infância

para o conceito aprendido, i.e., ele seja uma “âncora” para o novo conceito. O outro e a nosso ver, principal, o interesse por parte do estudante pelo o novo conceito apresentado. Para nós não se aprende de forma significativa quando não há por parte do aluno uma predisposição para aprender. Quando falamos em predisposição nos referimos ao fato do aprendiz querer relacionar os conceitos prévios a novos conhecimentos de forma não-literal e não-arbitrária

*“Não se trata exatamente de motivação, ou de gostar da matéria. Por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a relacionar (diferenciando e integrando) interativamente os novos conhecimentos à sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando-a e dando significados a esses conhecimentos” (Moreira, 2011, p.25).*

O ato de aprender desenvolve na estrutura cognitiva dois processos extremamente importantes: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. A diferenciação progressiva é a evolução do conhecimento prévio para outra significação. Voltando ao exemplo da criança o subsunçor força nas aulas de ciências ganha um novo significado: força gravitacional. A medida que ocorre a diferenciação progressiva, simultaneamente temos a reconciliação integradora, uma vez que ela é a dinâmica da estrutura cognitiva, ou seja, integração dos conceitos (prévio com os novos), eliminando as inconstâncias e realizando a superordenação.

A diferenciação progressiva deve ocorrer juntamente com a reconciliação integradora, já que se o aprendiz apenas diferenciar os conceitos, acabará por perceber tudo diferente e caso haja só integração dos mesmos, resultará em ele perceber tudo igual. Por tanto podemos afirmar que para haver uma aprendizagem significativa é necessário que haja uma diferenciação progressiva e uma reconciliação integradora, porém a diferenciação esta mais relacionada com a aprendizagem por subordinação e a reconciliação por superordenação.

Você deve estar se perguntando: poderá haver dois tipos de aprendizagem em um mesmo “conteúdo”. O estudante pode iniciar seu processo de aprendizado por subordinação no qual é mais frequente e finalizar com uma superordenada onde é menos frequente. O estudante do ensino médio quando conhece o conceito de força elétrica e força magnética, a Priore, ele tem uma ideia

de dicotomia, após o conceito de força de Lorentz terá uma visão mais geral. Quando aprende força elétrica ou força magnética subordina o subsumidor força, quando conhece força de Lorentz superordena força eletromagnética.

### **3.3 ESTRATÉGIAS E INSTRUMENTOS FACILITADORES**

E quando o aprendiz não adquiriu durante sua vida (infância ou fase escolar), conhecimentos prévios necessários para o novo conhecimento? Devemos ressaltar que o foco principal da teoria de Ausubel é o subsumidor, porque mesmo o estudante apresentando uma predisposição a aprender, a palavra central desta teoria é o conhecimento prévio. Retomando a questão anterior, quando isso ocorre utiliza-se os organizadores prévios e os mapas conceituais como estratégias facilitadoras da aprendizagem. Na mecânica quântica os conceitos na sua maioria fogem ao mundo real, cotidiano dos alunos. Como abordar esse novo conhecimento?

A maioria dos conhecimentos prévios exemplificados anteriormente não se adequa com esse ramo da física, o mundo microscópico tem suas particularidades que até para nos adultos é difícil aceitar. Uma das alternativas é o uso dos organizadores prévios cujo podem ser: uma música, um experimento, um texto, um poema, um jogo, onde eles fazem a ponte cognitiva entre o conhecimento que o aluno tem e o que ele deverá ter para que o material seja potencialmente significativo. O professor nessa fase terá um papel de mediador na apresentação dessas estratégias. O efeito fotoelétrico, por exemplo, o professor poderá propor um experimento ou uma música – Gilberto Gil (Quanta) – antes de iniciar esse conhecimento novo, onde estes farão a “ponte” com o conceito a ser estudado.

Outra estratégia consiste no uso dos mapas conceituais no qual são diagramas onde indicam uma relação hierárquica entre conceitos. Ressaltamos que essa técnica não foi criada por Ausubel, mas sim por Joseph Novak em 1970 e colaboradores na universidade de Cornell nos Estados Unidos. Num mapa conceitual os conceitos partem do geral para o específico. Não existe uma regra pré-pronta, como receitas de cozinha para confecção dos mapas conceituais. (Moreira, 2011) estabelece critérios para confecção dos mapas, mas esclarece que não há uma “receita de bolo”. Para ele, os mapas tem um potencial significativo para quem

os elaborou, e por isso é necessário uma apresentação do mesmo. Moreira ressalta apenas o uso de conceitos muito simplistas, uma vez que é preciso ter critérios ao avaliarmos os mapas conceituais de um aluno.

É importante que haja uma integração entre os objetivos propostos pelo professor, o aluno e seu mapa. O ultimo usando uma linguagem conotativa representa seu numero de identificação pessoal, onde cada sujeito possui o seu, entretanto os mapas não tem um caráter estático, pois a estrutura cognitiva é dinâmica e sofre varias diferenciações progressivas e reconciliação integradora, por isso um mapa feito por um aluno hoje, não é o mesmo amanhã. A seguir apresentamos mapa conceitual desta teoria como forma de exemplo.

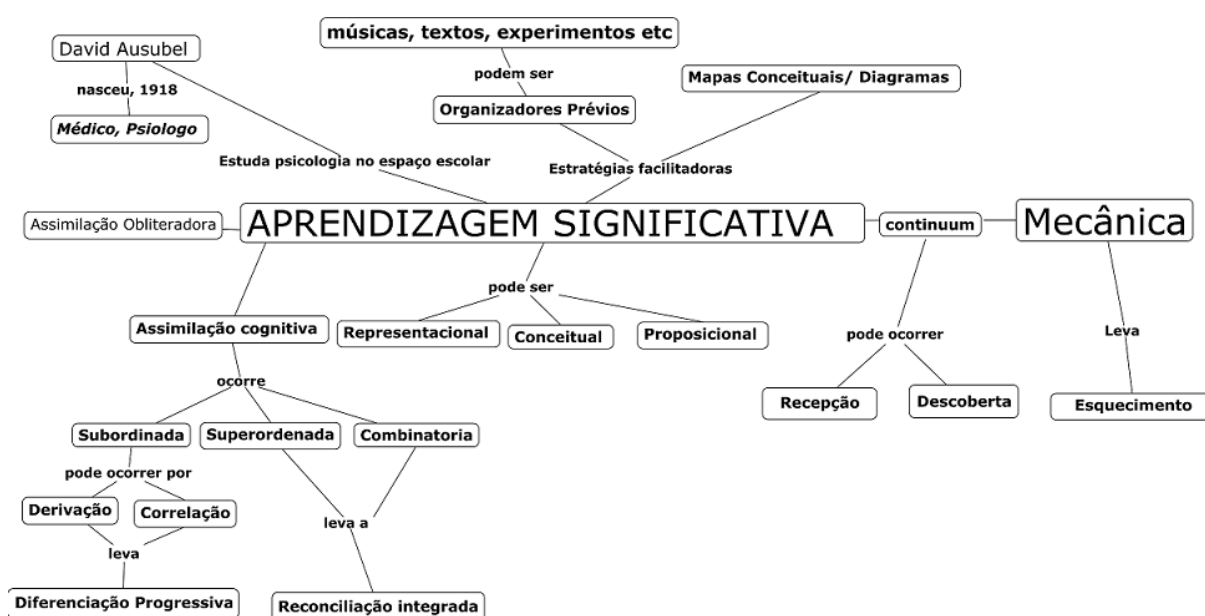


Figura 12 – Mapa conceitual da aprendizagem significativa (autoria própria);

### 3.4 A PERSPECTIVA DA EXPERIMENTAÇÃO

De acordo com (Robert B. Westbrook, 2010), experiência é o ato de agir de um corpo sobre outros, e a reação do outro corpo. Em termos de leis da física seria o par ação e reação de um corpo sobre o outro. Nesse par ação e reação os corpos envolvidos não são necessariamente humanos. Essa ação e reação estendem-se a todos os corpos e sua interação uns com os outros. Quando há interação no mundo físico, os objetos não fazem esforço de conservar seu caráter.

O sal de cozinha, a exemplo, numa reação em meio aquoso não faz esforço de não se dissociar. Já no plano humano esse par ação e reação agem no intuito de buscar um equilíbrio de adaptação. Por tanto para (Robert B. Westbrook, 2010) experiência é uma fase da natureza, uma interação onde o agente e paciente interagem e se modificam.

Para (Séré, 2003) experimentação é a forma de estabelecer um elo entre o mundo dos objetos, dos conceitos, das leis e teorias e das linguagens simbólicas. A experimentação esta ligada ao homem investigador, esta apresenta uma rigidez metodológica, um conjunto de regras e procedimentos é um fazer elaborado, construído com intuito de buscar “verdades científica”.

*“Assim (...) passaram [os investigadores] a dar importantes contribuições para a nova tendência ao experimentalismo, pois um dos traços característicos da revolução científica é a substituição da “experiência” evidente por si mesma que formava a base da filosofia natural escolástica por uma noção de conhecimentos especificamente concebidos para esse proposito” (Henry, 1998, p.38 Apud Pinto, 2000, p.150)*

Portanto a experiência esta ligada ao cotidiano do ser humano e sua liberdade especulativa já a experimentação apresenta um caráter mais rígido e é utilizada como ferramenta na construção do conhecimento científico.

### **3.5 O LABORATÓRIO DIDÁTICO**

Dentro das mudanças ocorridas nos paradigmas de ensino o laboratório didático seguiu essa evolução. No paradigma tradicional as aulas de laboratório eram apenas expositivas, estas baseadas em dois livros didáticos do físico francês Adolphe Ganot: *Traité de Physique*, *Cours de physique purement expérimentale et sans mathématiques* (Tratado de física: curso de física puramente experimental e sem matemática) e *Cours de physique purement expérimentale: à l’usage des personnes étrangères aux connaissances mathématiques* (Curso de física puramente experimental para uso de pessoas sem conhecimento matemático), publicados na França século XIX e adotado por vários países até a metade do século XX.

Nos livros consta se um manual de montagem dos experimentos e descrição dos instrumentos. As aulas experimentais de física nessa época eram feitas através desses instrumentos que muitas vezes eram levados a sala de aula e apresentados pelo professor aos alunos. Nesse método de ensino o professor era o foco, o aluno mantinha uma atitude passiva e o objetivo era o cumprimento do currículo.

*“Laboratórios de física quase nunca existiam, pois a maior parte dos aparelhos de demonstração podia ser levada à sala de aula. Os equipamentos eram construídos artesanalmente e em dimensões suficientemente grandes para que pudessem ser vistos a distância – o que os tornava muitos caros. Por isso, poucas escolas podiam dispor de um acervo significativo deles.” (Gaspar, 2014, p.13)*

Com o paradigma da escola novista no início do século XX o laboratório didático passa por uma série de mudanças. A primeira delas, o professor não é o foco do processo de ensino-aprendizagem, esse paradigma traz o aluno para o centro do processo de ensino. As aulas de laboratório passam a ser questionadas e as aulas experimentais expositivas não atendem mais aos anseios dessa pedagogia de ensino.

Esse movimento se fortalece na metade do século XX em alguns países da Europa, Estados Unidos e no Brasil em 1932 é publicado um manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, liderado pelo sociólogo e educador Fernando de Azevedo.

Atrelada a essa metodologia de ensino vem a teoria dos projetos impulsionado pelo Sputnik, primeiro satélite artificial da Terra lançado pela União Soviética. Com o fim da segunda guerra mundial o mundo é dividido em dois blocos econômicos: Os Estados Unidos com o capitalismo e a União da Republica Socialista Soviética (URSS) com o comunismo, no qual disputavam a hegemonia mundial.

Após termino da segunda guerra, com o lançamento da bomba atômica pelos Estados Unidos no Japão, sua supremacia tecnológica passou a ser questionada pelo lançamento do Sputnik pela URSS. Com isso é gerado nas



autoridades norte-americanas um inconformismo com atraso tecnológico do país em relação à União Soviética e gera pelas autoridades duras críticas as aulas de ciências praticadas nas escolas norte-americanas que ainda se baseavam nas práticas pedagógicas tradicionais.

Em 1956, um ano antes do lançamento do Sputnik, surge o Physical Science Study Committee (PSSC), uma comissão formada por renomados físicos norte-americanos visando a reformulação do ensino experimental de física nos EUA. Após quatro anos de trabalho essa comissão publica um livro texto (1960, EUA), mais tarde é traduzido para outros países inclusive o Brasil.

Além do PSSC, tivemos pela universidade de Harvard o “Project Physics Course”. Na Inglaterra, o “Nuffield Physics”, No Brasil a UNESCO promove a elaboração do projeto “física da Luz”. Tivemos também o “PEF – Projeto de Ensino de Física”, o FAI – “Física Auto Instrutiva” e o “PBEF – Projeto Brasileiro de Ensino de Física” todos originados no PSSC. Esse período ficou conhecido como “era” dos projetos e fazendo um comparativo com uma época da história seria o equivalente a revolução industrial dentro do ensino de ciências.

Dentre as modificações propostas pelos diferentes projetos temos: uma nova sequência para os conteúdos, novos objetivos educacionais, novas metodologias e técnicas de ensino, o laboratório integrado aos conteúdos e um aluno mais ativo no processo de ensino-aprendizagem. Nessa perspectiva dos projetos o laboratório didático está sempre presente e contextualizado, uma vez que antes se mostrava a deriva.

Desde o movimento da escola novista o laboratório didático vem sofrendo uma série de transformações e da década de 60 para atualidade usando uma linguagem física, um salto quântico, foi dado. Entretanto para um nível de energia mais energético. Hoje uma das maiores inovações é trazer o conceito de transposição didática para dentro do laboratório didático.

A transposição didática foi explicada por Yves Chevallard e Marie-Alberte Joshua ainda na década de 1980. Onde eles discutiam transformações sofridas entre saber científico e saber ensinável (Coimbra, 2016). Porém, bem antes disso, sua origem se encontra no ano de 1975, na França, onde, o sociólogo Michel Verret propõe a transposição didática como um meio de gerar aprendizado. Logo, a transposição é uma tradução “obrigatória” que o conteúdo sofre para que ele se

torne palatável ao público alvo. Os conteúdos precisam sofrer uma transformação e adequação de linguagem e são articulados sem vínculos histórico-filosóficos (BROCKINGTON e PIETROCOLA, 2005).

No espaço da experimentação, a transposição acontece de acordo com a linha de investigação ou ainda pelo procedimento sugerido ao realizar o experimento. É importante destacarmos que o modo como realizamos este feito reequilibrará a balança das subsunções de maneira positiva ou negativa. Cordeiro e Peduzzi nos alertam para os problemas gerados pelos saberes descontextualizados:

[...] a transposição didática externa acaba modificando também certas características epistemológicas; com a ressincretização, outros aspectos serão atribuídos ao conhecimento científico. Um efeito secundário da transposição didática externa, então, é o de propagar uma imagem da natureza e do trabalho científico que provavelmente não corresponde à maneira como aquele conhecimento foi concebido (CORDEIRO e PEDUZZI, 2013, p. 3602-2)

Segundo, Siqueira e Pietrocola (2013), existem alguns pilares que precisam ser respeitados para que este processo seja amadurecido de maneira saudável gerando conhecimento, como podemos observar na Tabela Regras da Transposição didática baseada em Astolfi (1997).

Tabela 1- Regras para transposição didática

<b>Regra I</b> MODERNIZAR O SABER ESCOLAR	<b>Regra II</b> ATUALIZAR O SABER ESCOLAR	<b>REGRA III</b> ARTICULAR O SABER NOVO COM O ANTIGO	<b>REGRA IV</b> TRANSFORMAR UM SABER EM EXERCÍCIOS E PROBLEMAS	<b>REGRA V</b> TORNAR UM CONCEITO MAIS COMPREENSÍVEL
<p>Livros didáticos com assuntos modernos e contemporâneo;</p> <p>Tratar os conteúdos de maneira menos superficial.</p>	<p>O saber deve ser renovado, atualizado;</p> <p>Diminuir a incompatibilidade do sistema didático com seu entorno.</p>	<p>Articulação de saber novo com saber antigo.</p>	<p>Variações de exercícios e atividades facilitando a avaliação.</p>	<p>Compreensão facilitada para gerar aprendizado.</p>

Baseando-se nessas regras, os experimentos precisam seguir adequações para que possam realmente gerar uma transposição didática útil ao conhecimento. Para isso, os experimentos se transformam em meios que se explicam por atualização, operacionalidade e criatividade didática ( Siqueira e Pietrocola, 2013.)

Logo, compreendemos que os objetos didáticos da experimentação passam a ser bem entendidos a partir do momento que o conteúdo estiver bem estruturado. Desse modo, a transformação do saber para sala de aula é feito por meio de um sistema didático que leve a melhoria do ensino e aprendizado dos conteúdos de Física (Siqueira e Pietrecola, 2013.).

Quando o professor deixa de oportunizar atividades que demonstrem/comproven conhecimentos ditos verdadeiros, e passa a questionar e problematizar o conhecimento que é tornado público, ele favorece a aprendizagem. Dessa forma, o professor não cultua a existência de uma única explicação certa ou falsa para qualquer problema. Entretanto, a separação entre a teoria e prática parece estar implícita nos depoimentos dos alunos quando eles reforçam a crença no poder das atividades experimentais para perceber/demonstrar a teoria, a partir de situações visuais: “É uma chance para vermos o que acontece, usando a teoria em

algo prático ou que demonstre aquilo que estamos aprendendo, ficando muito mais fácil a sua compreensão.”

Entretanto, é possível outra interpretação, que se relaciona à necessidade de integrar a prática e a teoria no processo de aprendizagem. “Eu gosto muito de ter aulas assim, pois saímos da teoria e vimos na prática o que aprendemos na sala de aula.” Nesse depoimento, a questão do “usar a teoria em algo prático” atribui à prática os benefícios da facilidade em compreender os conteúdos teóricos. Aqui, manifesta-se a ideia de que o aprender se faz pela experiência e pelas observações empíricas, mas as observações são dependentes de nossos conhecimentos anteriores e de toda a bagagem que carregamos.

As teorias são produções humanas, portanto históricas, e fazem parte de um processo em construção. Não são, simplesmente, encontradas ou descobertas a partir da realidade empírica. Conforme expressa Chalmers (1993, p.62), “não se pode manter uma distinção acentuada entre a observação e a teoria porque a observação, ou, antes, as afirmações resultantes da observação são permeadas pela teoria”. Isto se relaciona à teorização de Hanson (1985), pela qual observação e interpretação são inseparáveis e interdependentes: interpretamos no próprio ato de observar, sendo impropriedade a ideia de observações neutras, isentas de teorias prévias.

Outras manifestações salientam a relação entre o livro didático e a atividade experimental. Por exemplo, um aluno diz: “Porque nós saímos dos livros e vamos para a prática, assim usando tudo o que nós aprendemos em aula.” Ainda que no depoimento encontremos um indicativo da concepção empirista, por considerar necessária a atividade experimental para compreender os conteúdos presentes no livro, há também uma perspectiva interacionista, reforçadora do pressuposto que o enriquecimento das próprias ideias se dá pela comparação e contraste com outras formas

de pensamento, aqui evidenciados pelo uso do livro didático, conforme assumem Porlán e Moraes (2002). Dessa forma, não são apenas valorizadas as questões externas ao sujeito, como a atividade experimental e a intermediação do

professor, mas o esforço próprio do aluno em querer aprender quando em contato com situações que promovam essa potencialidade humana.

O depoimento acima evidencia o nascimento de um processo novo, pois por meio da experimentação os alunos são convidados a buscar, selecionar e organizar o material teórico e associá-lo aos fenômenos que estão sendo trabalhados.

É importante que haja uma preocupação, por parte do professor, em planejar atividades experimentais que oportunizem aprendizagens relacionadas com problemas que ampliem o caráter reflexivo e interpretativo de quem aprende. A contextualização, vista dessa forma, proporciona uma ligação intrínseca com a vida do aluno e, assim, oportuniza uma identificação com as informações que a escola desenvolve. Dessa forma é mantida a possibilidade de uma relação mais próxima com os problemas do cotidiano, contribuindo para que o aluno pratique o exercício da cidadania consciente e questionadora.

## CAPÍTULO 4 - Fundamentação Teórica

---

Neste capítulo será apresentada toda fundamentação física teórica para estudo dos experimentos que serão realizados. Esta discussão é importante para compreensão do experimento como um todo. Assim, iniciando com o Plano Inclinado.

### 4.1 QUEDA LIVRE

Na edição de setembro de 2002 a revista *Physics World*, fez uma enquete com seus leitores sobre o experimento mais belo de física. O experimento da queda livre de Galileu Galilei conquista o segundo lugar nessa enquete.

Segundo o historiador Alexandre Koyré, não passa de uma lenda que Galileu tenha realizado seu experimento na torre de Pisa. O fato que o objetivo de Galileu era confrontar a teoria de Aristóteles, onde corpos de massas diferentes deixados cair da mesma altura  $H$  cairiam em tempos diferentes. A Figura 13 mostra o exemplo de um corpo em queda-livre, solto de uma altura  $H$ .

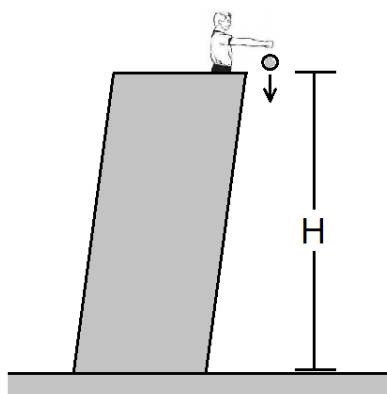


Figura 13 – Objetos de massas diferentes caindo da mesma altura  $H$  caem com a mesma velocidade no vácuo.

De acordo com a história Galileu teria deixado cair corpos de massa 10 g e 1 g e observado que estes caem o mesmo tempo de queda. Isso poderia ser facilmente observado se não houvesse a resistência do ar e a forma geométrica dos corpos. Por tanto a afirmação: Todos os corpos caindo de uma mesma altura caem com velocidades iguais. Só é possível no vácuo.

No seu livro *Discursos e demonstrações matemáticas sobre duas novas ciências* (1638), Galileu refuta a afirmação de Aristóteles que os objetos pesados caem mais depressa que os leves. No livro ele cria um discurso entre personagens fictícios Salviati (substituto de Galileu), Sagredo (homem culto) e Simplicio (provavelmente Aristóteles). Essa forma literária dá bastante liberdade para Galileu discutir sobre política e teologia sem comprometer-se. Então Sagredo afirma:

“Mas eu, [...] que fiz o teste, garanto-lhe que uma bala de canhão que pesa 45 kg (ou 90 kg, ou até mais) não antecipa a chegada ao solo, nem por um segundo, de uma bala de mosquete que não tem mais de 15 g, vindo ambas de uma altura de 20 braccio [um braccio tem cerca de 0,6 m] [...] a maior antecipa a menor por 5 cm; ou seja, quando a maior atinge o solo, a outra está 5 cm atrás dela. (Galilei, 1938 Apud Crease, 2006, p. 40)

Então quando um corpo está em queda livre significa que o mesmo está sob influência apenas da força de atração que a terra puxa os corpos, força peso. O experimento da queda livre tem grande importância no ensino de física na construção dos conhecimentos prévios dos alunos sem conceitos científicos, pois quando é feito uma enquete em sala de aula a maior parte dos alunos apresenta um pensamento aristotélico.

As equações do corpo em queda livre, uma vez que a única força que atua sobre o corpo seja a força peso, são dadas por:

$$H = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \quad (1)$$

Onde  $H$  é a altura do qual o corpo é solto em relação ao solo,  $v_0 = 0$  é a velocidade inicial,  $g$  é gravidade e  $t$  é o tempo. Isso é feito, tomando por base que os vetores posição, velocidade e aceleração apontando para baixo.

Esta seção tem como objetivo apresentar de forma sucinta o estudo da queda livre, numa perspectiva histórica do conhecimento e da experimentação (vide produto) por considerá-la sua importância na apropriação dos conceitos básicos

necessário para que o aluno possa compreender a disciplina de física durante a escola média.

Nessa proposta pedagógica o estudante é inserido na problemática da gravidade desde a antiguidade até os dias atuais. Na abordagem histórica procuramos mostrar o embate entre o precursor das observações deste fenômeno, ou seja, filósofo Aristóteles (experiência) versus Galileu Galilei que introduziu o método experimental em suas observações (experimentação).

Portanto estamos diante de um tema cuja evolução cultural trás os primeiros “rounds” entre experiência versus experimentação. Temas estes mais explanados no capítulo sobre teoria da aprendizagem. Já sua experimentação é trazida de forma mais dinâmica e atrativa para as aulas experimentais usando arduino e o computador, ou seja, fazendo uso das tecnologias digitais de informação nas aulas experimentais de física.



## 4.2 MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES

Quando um sistema é perturbado a partir de uma posição inicial e o mesmo retorna para sua posição de equilíbrio estável este sistema apresenta um movimento oscilatório. Um barco que sobe e desce nas ondas, os relógios de parede balançando de um lado para outro ou os átomos no qual constitui a mataria são exemplos de sistemas que apresentam esse movimento de vai e vem em torno de sua posição de equilíbrio.

### 4.2.1 Sistema massa mola

Seja um conjunto constituído de uma massa ( $m$ ), uma mola de constante elástica ( $k$ ) e uma elongação ou contração ( $x$ ), esta sujeito a uma força de restauração ( $\vec{F}$ ). A Figura 14 mostra um sistema massa-mola.

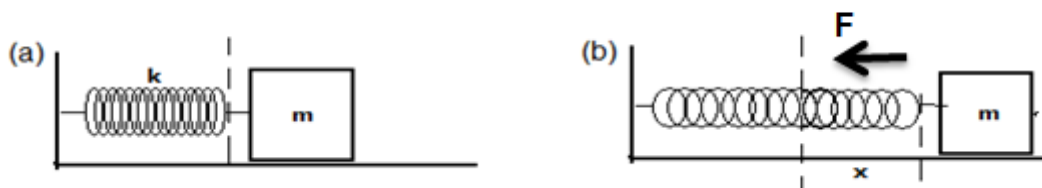


Figura 14—Em (a) Conjunto massa mola na posição de equilíbrio. Em (b) conjunto massa mola com uma elongação ( $x$ );

De acordo com a lei de Hook temos:

$$F = -k \cdot x \quad (2)$$

Pela segunda Lei de Newton a força resultante é o produto da massa ( $m$ ) pela aceleração ( $\vec{a}$ ):

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a} \quad (3)$$

Igualando as equações 2 e 3 para o eixo  $x$ , temos:

$$-k \cdot x = m \cdot a_x \quad (4)$$

$$a_x = -\frac{k}{m} \cdot x \quad (5)$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m} \cdot x \quad (6)$$

Por tanto temos a seguinte equação diferencial descrito na Equação 6, cuja solução equivale a

$$x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \phi) \quad (7)$$

Onde (A) é a amplitude da oscilação, ( $\omega$ ) é a frequência angular de oscilação e ( $\phi$ ) é a fase inicial do conjunto equiparando o ao movimento circular.

A velocidade no movimento harmônico simples é definida como:

$$v = \frac{dx}{dt} = -\omega A \sin(\omega t + \phi) \quad (8)$$

Como a aceleração é a taxa de variação da velocidade  $a = \frac{dv}{dt}$ , temos:

$$a = -\omega^2 A \cdot \cos(\omega t + \phi) \quad (9)$$

Sendo:

$$a = -\omega^2 x(t) \quad (10)$$

Igualando a equação Eq. 4 e 10 chegamos ao resultado:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (11)$$

Substituindo o valor de  $\omega$  por  $\omega = 2\pi \cdot f$  finalmente temos a frequência de oscilação do conjunto massa mola:

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (12)$$

Fazendo uma conexão com o cotidiano podemos mencionar que em um ambiente de micro gravidade o corpo humano costuma perder massa corporal, por tanto através de um conjunto massa mola é possível medir a massa de um astronauta em um ambiente de micro gravidade, onde este é posto em um aparelho que representa um conjunto massa mola. Conhecendo a frequência de oscilação do aparelho e através das equações apresentadas é determinada a massa do astronauta em um ambiente de micro gravidade.

O sistema massa mola aqui é exposto de forma teórica e (vide produto) é exposto sua experimentação. A escolha desse tema dentro do ensino de física deve se a importância que toda matéria oscila e se “comporta” como um sistema massa-mola.

“Um dos experimentos mais tradicionais empregados em aulas da disciplina de física geral e experimental é aquela que verifica a relação linear entre força aplicada em um sistema e sua elongação (deformação) ou seja, a lei de Hook” (LABARÚ; ALMEIDA,1998)

É importante ressaltar para o estudante que este modelo aqui proposto é um sistema idealizado e sem ação de forças dissipativas. Quando um sistema vem com a ação de forças a exemplo a força de arrasto ou a força de atrito o movimento é chamado harmônico amortecido.

Você deve ressaltar que o modelo idealizado é proposto por ser mais simples sua compreensão e apresentação das equações matemáticas, com isso é abordado esse tema com uma aproximação muito boa da realidade de como matéria se comporta em seu movimento de vai e vem.

### 4.2.2 Pêndulo Simples

Pegue um fio de comprimento ( $L$ ) e amarre em um objeto de massa ( $m$ ). Quando o objeto é liberado a partir de um ângulo inicial  $\theta$  com a vertical, ocorre um balanço para frente e para trás com um período ( $T$ ). O pêndulo junto com o sistema massa mola consiste em dois exemplos simples no qual usamos para demonstrar que a matéria oscila porem não enxergamos a olho nu. Por exemplo, o computador é formado de materiais, e esses materiais de átomos e estes por sua vez oscilam em torno de sua posição de equilíbrio equivalendo a um pendulo simples. A Figura mostra um pêndulo simples e o esquema de forças que atuam sobre ele.

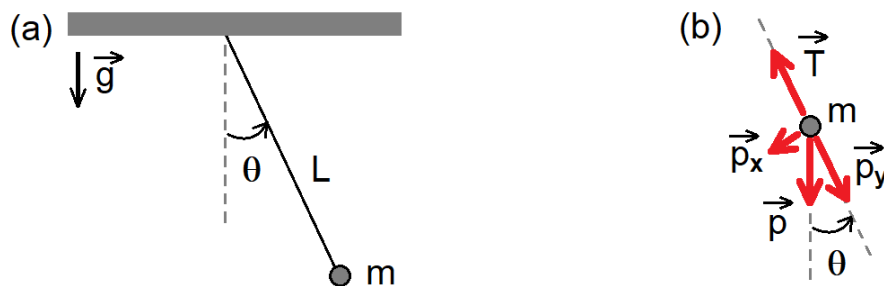


Figura 15 – Em (a) o pêndulo simples de comprimento  $L$  e massa  $m$  deslocado de  $\theta$  da posição de equilíbrio. As forças que atuam em  $m$  podem ser exemplificadas em (b), onde  $p = mg$  é o peso do corpo  $m$ ,  $p_x$  e  $p_y$  são as componentes do peso nas direções  $x$  e  $y$ , e  $T$  é a tensão.

Seja

$$\theta = \frac{s}{L} \quad (13)$$

onde  $S$  é o comprimento do arco descrito pelo objeto e  $L$  o comprimento do fio, dado por  $s = \theta L$ . Para o pêndulo a segunda lei de Newton nos diz que a força resultante tangencial ( $\vec{F}_t$ ) é:

$$F_t = m \cdot a_t \text{ com } a = \frac{d^2s}{dt^2} \quad (14)$$

Sabendo que a força tangencial é a componente do peso no eixo  $x$  ( $P_x$ ) temos:

$$- m \cdot g \cdot \text{sen } \theta = m \frac{d^2s}{dt^2} \quad (15)$$

Dividindo ambos os membros da Eq. 16 pela massa  $m$  e substituindo a aceleração

por:  $\frac{d^2s}{dt^2} = L \frac{d^2\theta}{dt^2}$  encontramos:

$$-g \operatorname{sen} \theta = L \frac{d^2\theta}{dt^2} \quad (16)$$

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} \cdot \operatorname{sen} \theta \quad (17)$$

Para pequenos deslocamentos usamos apenas o primeiro termo da serie de Taylor  $\operatorname{sen} \theta \cong \theta$ . Com isto temos:

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{g}{L} \cdot \theta \quad \text{ou} \quad \frac{d^2\theta}{dt^2} = -\omega^2 \cdot \theta \quad (18)$$

Com  $\omega^2 = \frac{g}{L}$ . O período é dado por  $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ , por tanto o período de oscilação do pêndulo simples é

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (19)$$

Por tanto o período do pêndulo é diretamente proporcional à raiz quadrada do comprimento.

A escolha e importância deste experimento esta na sua determinação do valor da aceleração da gravidade  $g$  usando um aparato simples e eficiente para se montar. Como a maioria das escolas não apresenta um espaço físico para o laboratório este experimento pode ser realizado na sala de aula devido sua simplicidade na montagem e utilização de poucos materiais, além do arduino e o computador.

A vantagem na utilização do arduino esta na medida do tempo de oscilação do pêndulo, porque mesmo as escolas que possuem cronômetros fazer este

experimento em sala de aulas tem como dificuldades a medição do período de oscilação usando um cronômetro.

A nossa proposta o tempo de oscilação é medido pelo arduino quando o bloco de massa ( $m$ ) interrompe a luz produzida por uma lanterna ligada. Conhecendo o comprimento ( $L$ ) do fio e substituindo os valores na equação (19) é possível a verificação experimental da aceleração da gravidade de forma bem eficiente.

Também é possível mostrar a relação do período de oscilação do pêndulo e seu comprimento do fio para curtos intervalos de tempo, uma vez que o arduino e o computador fazem a leitura e processamento de forma precisa.

Neste capítulo procuramos mostrar de forma sucinta, porém eficiente a escolha pelos experimentos apresentados (vide produto) junto com seu contexto histórico e sua importância dentro do ensino de física.

## CAPÍTULO 5 - Metodologia e Experimentação

Neste capítulo será apresentada toda a metodologia empregada na produção, montagem e aplicação do produto educacional, a iniciar pelo sistema de queda-livre.

### 5.1 QUEDA LIVRE

Para o estudo do corpo em queda livre, foi montado um circuito com base no LDR junto ao Arduino®. Seu circuito-base e esquema são mostrados nas Figura (a) e (b), respectivamente. Nelas é possível destacar que os componentes são formados por um conjunto de dois LDR's e dois resistores de 10 k $\Omega$ . As fontes luminosas são usadas para iluminação no LDR. Uma esfera teste é usada para estudo da queda-livre.

Uma vez que, a esfera atravessa o LDR, o sinal é dado ao Arduino® pela mudança de resistência elétrica no LDR, ao passo que é medido o tempo continuamente. Obviamente o esquema traz uma base melhor de visualização. Isso porquê o sistema deve estar na vertical para medida do tempo de queda. Usando as equações já apresentadas no estudo do corpo em queda livre, é possível medir o valor da gravidade local, para isso é usado o CÓDIGO FONTE QL01, do Anexo B.

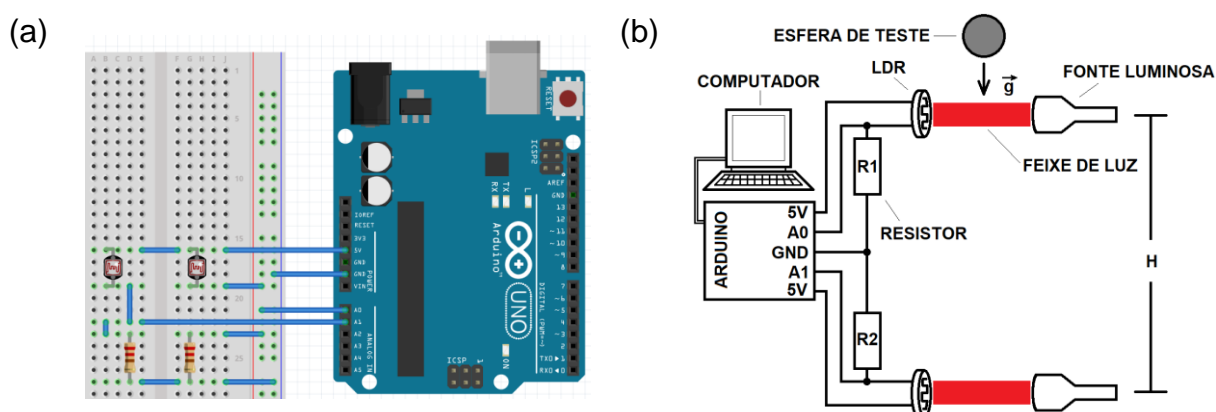


Figura 16– circuito-base e esquema em (a) e (b), respectivamente;

Os resultados da medida neste experimento são mostrados na figura 16 (a) e (b) para um e dois LDR's, respectivamente. Note que a forma é similar a uma onda quadrada.

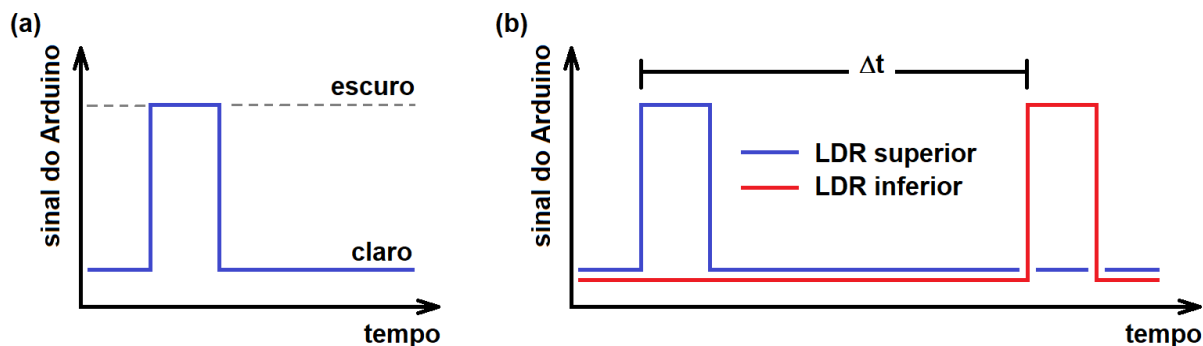


Figura 17 – (a) sinal captado pelo Arduino® em um LDR, (b) sinal captado quando medido simultaneamente os dois LDR's quando o corpo está em queda-livre;

É através da medida de  $\Delta t$  da Figura 17(b) que é medida o valor da gravidade sabendo o valor da distância entre os dois sensores de luz, que pode ser medido com uma régua.

## 5.2 PÊNDULO SIMPLES

O pêndulo simples é formado por um fio inextensível e uma massa na ponta. Usando um LDR, um resistor de 10 k $\Omega$ , um Arduino®, uma fonte luminosa (aqui se utiliza uma lanterna de uso comum), um protoboard, suportes e fios conectores. O circuito-base para estudo deste experimento é mostrado na Figura 8. Foi utilizada a porta de entrada A0 (mas pode ser utilizada qualquer outra).

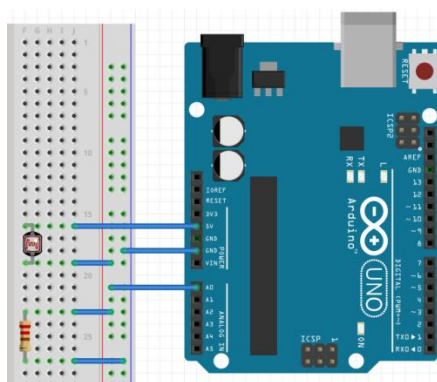


Figura 88 – Circuito-base formado por LDR, resistor e Arduino®.

A rotina usada é o CÓDIGO FONTE PS01, do ANEXO B deste trabalho. Ele foi montado para esta aplicação diretamente, mas pode ser estendido a outras



atividades. Aqui, usa-se o LDR e a fonte luminosa como *gate*, ou seja, uma porta de aberta ou fechada. Quando o LDR for, ou não, iluminado o sensor dará uma resposta respectiva para cada situação. Para mostrar essas situações, as ilustrações da Figura 98 exemplificam as possibilidades em que o feixe luminoso atinge, ou não, o LDR.

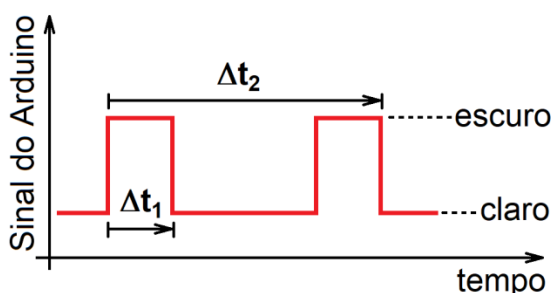


Figura 99 – Sinal captado pelo Arduino® quando o feixe luminoso atinge, ou não, o LDR.

Na Figura 98 é mostrada uma onda quadrada onde o máximo (mínimo) é dado na situação em que o LDR está coberto (descoberto) pela massa oscilante. Obviamente, se o pêndulo executa um movimento harmônico simples, isso ocorre em faixas de tempo que se repetem ao longo do experimento. O tempo necessário para repetição do movimento é dado por  $\Delta t_2$ , enquanto  $\Delta t_1$  mede o tempo em que a massa oscilante passa sobre o LDR por completo.

Através dos valores de  $\Delta t_1$  e  $\Delta t_2$  são medidos os valores de período do pêndulo e velocidade máxima da massa oscilante. Lembrando que as equações associadas ao movimento harmônico de um pêndulo simples foram dadas anteriormente.

Todo aparato experimental é mostrado na Figura (a). Ele é formado por um computador, um protoboard, um LDR de uso comum, o Arduino® Uno, uma lanterna, base com hastes, duplos-nós, garras e suporte pro LDR com isopor e fios conectores. Para o pêndulo, foi usado um fio de linha, um pedaço de palito e discos de massa de 50 g cada um, sendo no total 150 g. Os detalhes do aparato são mostrados nas Figura (b) e (c), esta última mostra em detalhes a zona da massa oscilante. A massa deve estar parada para alinhamento da fonte luminosa e a face do LDR, onde o centro de massa deve coincidir com a linha que liga o LDR à lâmpada.

Quando o sistema estiver montado, basta dar início as medidas no ambiente do programa de leitura do Arduino®. É claro que o sistema deve oscilar para pequenas amplitudes angulares enquanto o sinal do Arduino® é mensurado em função do tempo. Os resultados são semelhantes ao mostrado na figura 22.

É importante realização do teste inicial antes da aplicação desta prática junto aos discentes. Como resultado experimental algumas variações são possíveis, como por exemplo, a onda quadrada apresenta efeitos curvos nas extremidades, isso ocorre devido à situação intermediária entre claro e escuro enquanto a luz incide sobre o LDR. Posteriormente, isso é esclarecido, na apresentação dos resultados desta prática.

(a)



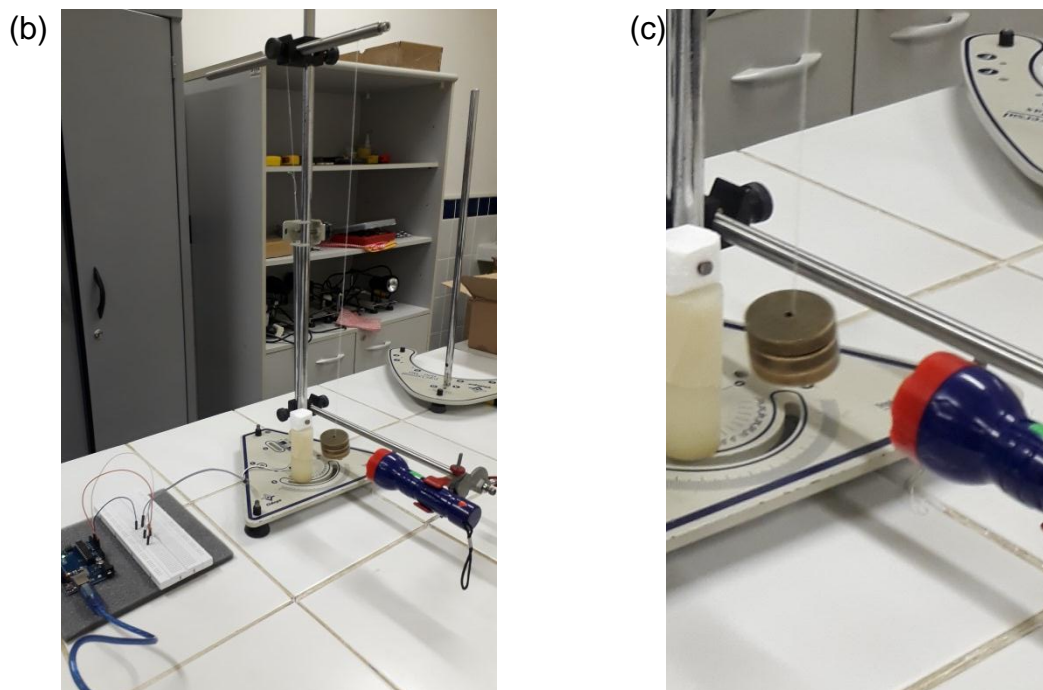
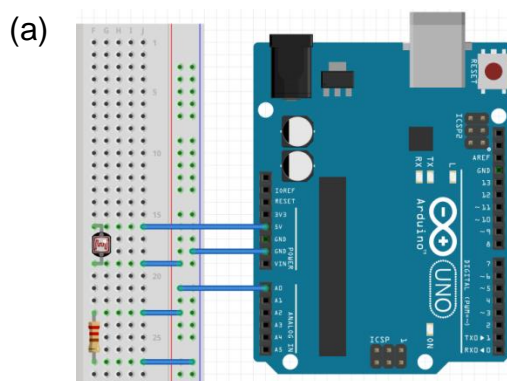


Figura 20 – (a) Aparato experimental completo; (b) Em destaque o circuito e o pêndulo simples; (c) zona de interação entre a massa oscilante e o LDR;

### 5.3 SISTEMA MASSA-MOLA

O sistema massa-mola é formado por uma mola e uma massa. Para o estudo deste sistema foi colocado o LDR junto a massa oscilante. Como a intensidade luminosa varia com a distância, uma vez conhecida a função que localiza um corpo a certa distância da fonte luminosa, para o ambiente em questão. O circuito em questão assim como o aparato experimental montado é mostrado na Figura 21 (a), (b) e (c).



(b)



(c)

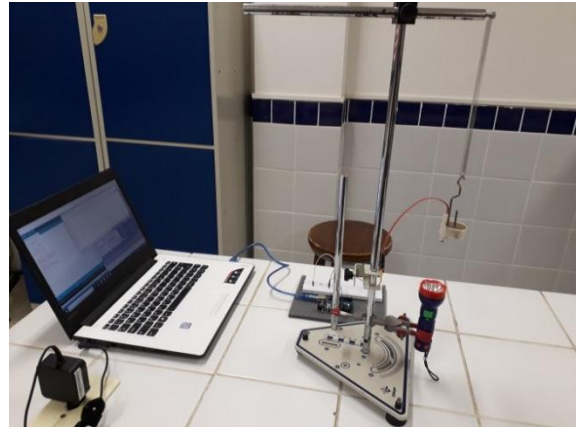


Figura 21– (a) Aparato experimental completo; (b) Em destaque o circuito e o pêndulo simples; (c) zona de interação entre a massa oscilante e o LDR;

O circuito usa a base já discutida, e é formada por um LDR, um resistor e uma fonte luminosa além do sistema de estudo. Existe um equipamento para deixar o sistema na vertical, mas isso pode ser sempre ajustável dependendo do que o experimentador obtiver. A Figura 21 mostra em detalhe o esquema experimental em (a), em (b) o sinal observado pelo Arduino®. O CÓDIGO FONTE MM01 é usado para medida do sinal do Arduino®.

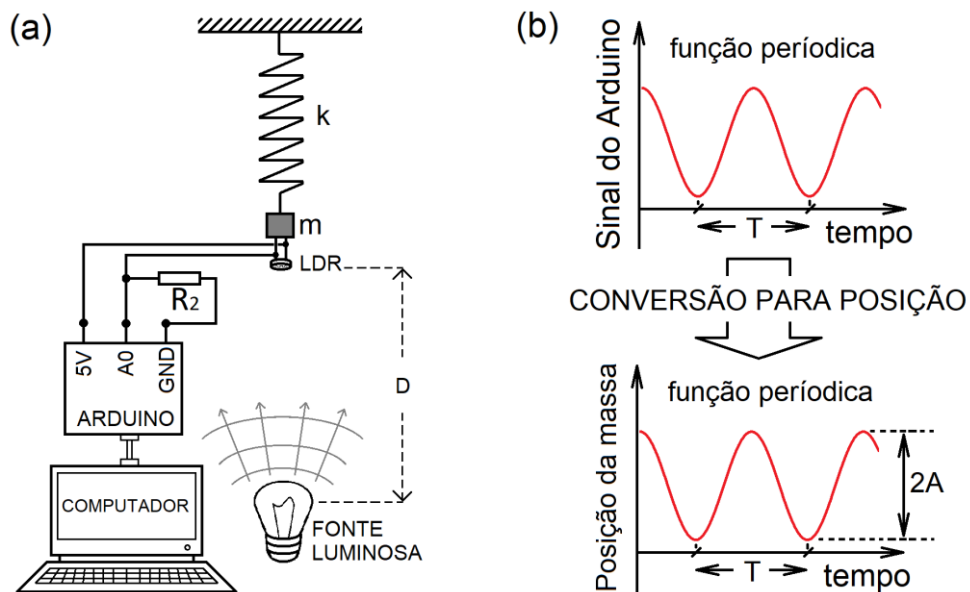


Figura 22 – (a) Circuito-base e esquema de montagem sistema massa-mola; (b) o sinal obtido para o sinal do Arduino® e sua conversão para a posição da massa.

A função periódica medida pelo sinal do Arduino® é do tipo senoidal, que uma vez convertida para a função da posição, pode localizar a massa oscilante em toda a trajetória percorrida por ela em relação à fonte luminosa.

Todos os experimentos foram mostrados e discutidos. A seguir serão apresentados os resultados encontrados pela aplicação dos experimentos propostos.

## CAPÍTULO 6 - Resultados e Discussões

---

Neste capítulo serão mostrados os resultados obtidos nos experimentos realizados e seu impacto na aplicação direta em discentes do ensino superior.

### 6.1 PÚBLICO ALVO

Para aplicação dos guias propostos foram utilizados os alunos iniciantes do curso de Ciência e Tecnologia, da UFERSA, campus Mossoró – RN. Estes discentes saíram recentemente do ensino médio, ou em alguns casos, conseguiram certificação do ensino médio pelas notas obtidas no ENEM. De todo modo, tendo como objetivo a aplicação no ensino médio, os mesmos tendem a dar noção da aplicação do produto em sala de aula.

O local de aplicação das práticas experimentais foi o Laboratório de Ondas e Termodinâmica desta instituição. Os alunos do curso foram selecionados aleatoriamente para participação desta prática. Vale ressaltar que os ingressantes ainda não cursaram disciplinas de laboratório e nem disciplinas de física relacionada ao conteúdo discutido nos guias. Eles têm em média 17 anos e pouco conhecimento de atividades experimentais em que o discente é o agente ativo neste processo.

### 6.2 PÊNDULO SIMPLES

Para aplicação do pêndulo simples, foram usados alguns equipamentos disponibilizados pelo laboratório de ondas e termodinâmica, da UFERSA, campus Mossoró. Ainda sim é possível aplicar a mesa técnica usando outros equipamentos, sem prejuízo algum para o objetivo do experimento em si.

A disponibilidade de alunos proporcionou a formação de um grupo de três a quatro alunos, para realização da prática experimental. Eles foram responsáveis pela montagem do circuito e realização da prática em si usando os roteiros disponibilizados, com tempo limitado de uma hora e vinte minutos, apesar de não haver cobrança no tempo, ele foi determinado para que haja um objetivo a ser cumprido. Todo suporte, quando necessário foi dado, até porque há um primeiro contato com o equipamento e a forma de uso.

A Figura 19 mostra os alunos em plena atividade e os resultados obtidos pelos mesmos no experimento. Os valores de interesse são  $\Delta t_1$  e  $\Delta t_2$ , além do formato e entendimento do sinal repetido. O pêndulo simples tem uma massa oscilante de 150 g, com diâmetro de 3,40 cm, e um fio de comprimento de 44,0 cm.

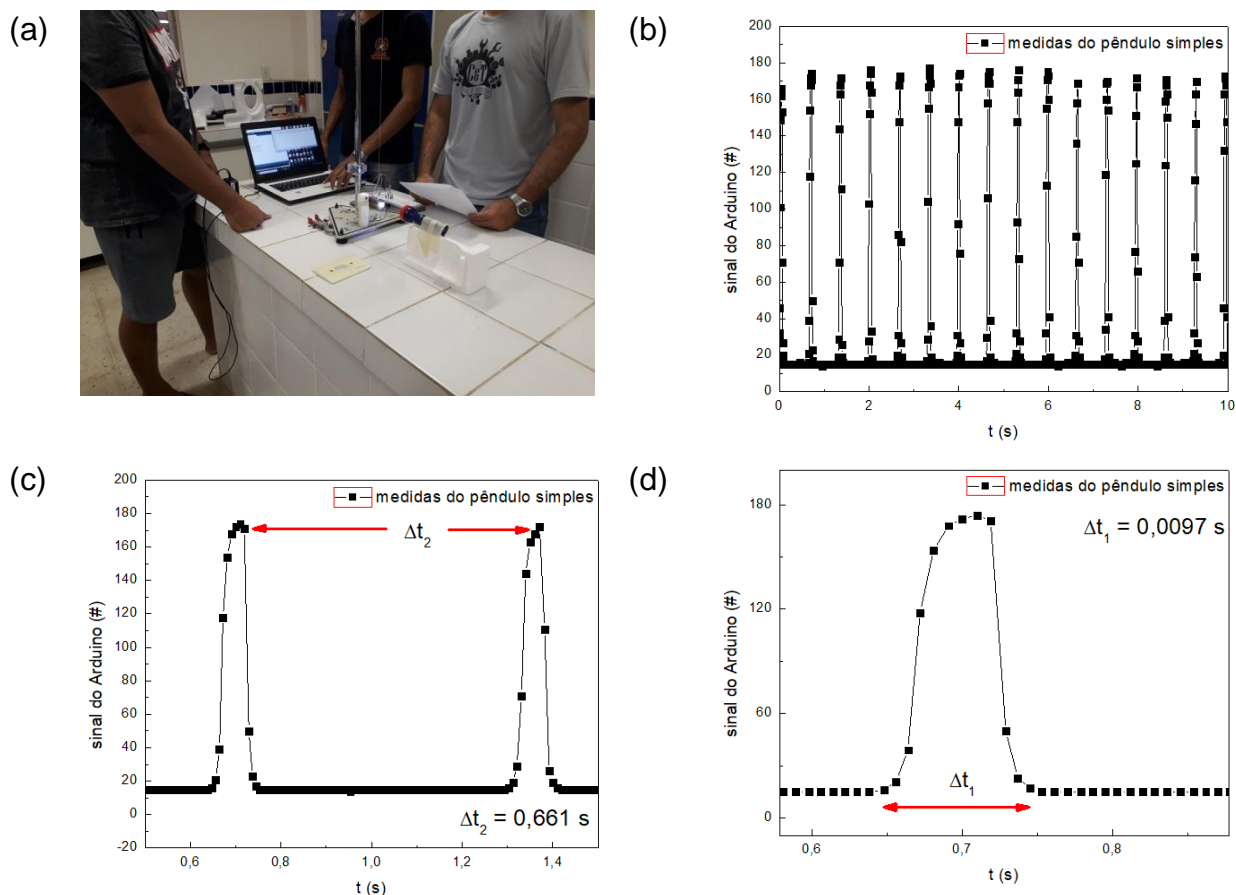


Figura 23– (a) alunos realizando a prática com o Arduino®; (b) resultados obtidos para o sinal do Arduino® em função do tempo; (c) e (d) mostram uma ampliação mais detalhada das medidas encontradas em (b);

Com o valor do tempo  $\Delta t_2$ , dado pela Figura 23 (c), que é o valor de metade do período, foi possível medir uma gravidade de  $9,94 \text{ m/s}^2$ . Razoável, para os valores recorrentes de aproximadamente  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Pelo valor de  $\Delta t_1$  foi possível estipular a velocidade com que a massa passa pelo sensor, sendo de aproximadamente  $3,5 \text{ m/s}$ .

Esta prática é compatível com a dos experimentos realizados com kit's vendidos no mercado aplicado em grandes instituições.

### 6.3 MASSA-MOLA

Para o sistema massa-mola, realizado em outro momento, ou seja, não concomitante com outro experimento de mesma natureza, foi disponibilizado o material para montagem e adequação como manda o roteiro guia. Novamente, estando disponível para quaisquer dúvidas ou questionamentos. A Figura 24 mostra a aplicação do procedimento e os resultados observados. Os grupos formados são de quatro componentes e um monitor (o próprio autor do trabalho).

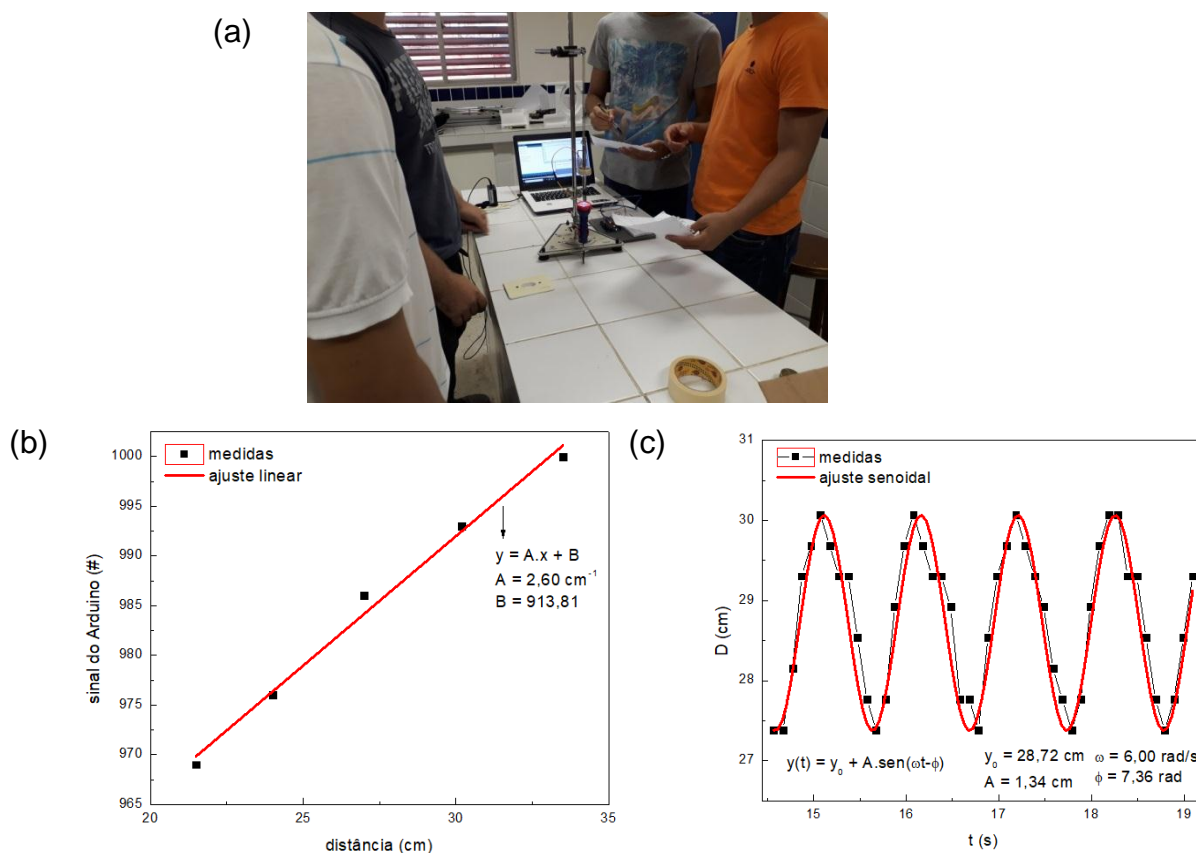


Figura 24– (a) alunos realizando a prática com o Arduino®; (b) resultados obtidos para o sinal do Arduino®, para a calibração em (a), e em (c) o resultado da análise mostrando a distância D em função do tempo;

Inicialmente, foi necessário realizar o procedimento de mudança da intensidade luminosa em função da distância. Esta etapa é necessária para localizar a massa no espaço. Para isso é mensurada a distância para vários valores de intensidade luminosa, que obviamente, varia com a distância. É usada o CÓDIGO



FONTE CAL01. Assim é obtida a Figura 20(b), e através de um ajuste linear é encontrada a função

$$[\text{sinal do Arduino}] = [y] = (2,60\text{cm}^{-1})D + 913,81 \quad (20)$$

onde o sinal do Arduino® é dado por  $y$ , em função da distância  $D$ . Através da Equação 20 é possível estipular a localização da massa oscilante. Após conhecida esta função, e usando o CÓDIGO FONTE MM01, com a inserção da Equação 20, é possível medir a posição da massa oscilante em função do tempo. Este resultado é obtida e mostrado na Figura 20(c). Como esperado, os alunos obtiveram uma curva senoidal, com função

$$[D(\text{cm})(t)] = 28,72 + 1,34 \sin[(6,00\text{rad/s})t + 7,36\text{rad}] \quad (1)$$

ou seja, a massa no ponto de equilíbrio encontrava-se a 28,72 cm de distância da fonte luminosa, e quando oscilava tinha amplitude de 1,34 cm, com frequência angular de 6,00 rad/s, o valor de 7,36 rad é a fase da função, ela é usada para estipular a localização da massa oscilante no tempo zero.

Não houveram problemas quanto a execução da prática, mesmo havendo dúvidas em alguns passos, possivelmente ocasionado pelo primeiro contato com o equipamento, ou manuseio da prática.

#### 6.4 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

Ao final da aplicação das práticas foram realizados alguns questionamentos sobre o desenvolvimento na aula experimental. O questionário está no Anexo C deste documento. A seguir estão as análises observadas realizadas a partir dos comentários realizados pelos estudantes após a realização das práticas experimentais.

**PERGUNTA 1:** Já conhecia o Arduino?

**RESPOSTA:** (X) SIM ( ) NÃO

**ALGUM COMENTÁRIO?**

*Um colega meu está em projeto que usa este equipamento*

**COMENTÁRIO DO ALUNO:** “Um colega meu está em um projeto que usa este equipamento”

**PERGUNTA 2:** Foi difícil manipular o Arduino e montar o experimento?

**RESPOSTA:** ( ) SIM (X) NÃO

**ALGUM COMENTÁRIO?**

*Segui todos os passos do roteiro. Achei interessante mas acho que precisaria maior detalhamento*

**COMENTÁRIO DO ALUNO:** “Segui todos os passos do roteiro. Achei interessante, mas acho que precisaria de maior detalhamento”

**PERGUNTA 4:** Com respeito aos gráficos, foi difícil produzi-los?

**RESPOSTA:** (X) SIM ( ) NÃO

**ALGUM COMENTÁRIO?**

*Não sei fazer os gráficos, mas aprendi na hora depois que me explicaram.*

**COMENTÁRIO DO ALUNO:** “Não sei fazer os gráficos, mas aprendi na hora, depois que me explicaram

**PERGUNTA 6:** Sentiu-se motivado no experimento, pelo uso da tecnologia empregada?

**RESPOSTA:** (X) SIM ( ) NÃO

**ALGUM COMENTÁRIO?**

*É bem legal e interativo*

**COMENTÁRIO DO ALUNO:** “É bem legal e interativo.”

**PERGUNTA 9:** Houve interação entre os membros do grupo para resolução de problemas de montagem, ou de resolução de questão, ou de problemas diversos?

**RESPOSTA:** (X) SIM ( ) NÃO

**ALGUM COMENTÁRIO?**

*O grupo conversou sobre as respostas*

**COMENTÁRIO DO ALUNO:** "O grupo conversou sobre as respostas."

**PERGUNTA 10:** Para seu aprendizado, houve melhor aproveitamento visualizando o experimento depois de visualizado em sala de aula?

**RESPOSTA:** (X) SIM ( ) NÃO

**ALGUM COMENTÁRIO?**

*É muito legal ver a prática*

**COMENTÁRIO DO ALUNO:** "É muito legal ver a prática"

Quando perguntado se os discentes já conheciam o Arduino®, 75% falaram que já tinham conhecimento do equipamento em questão, mas não por contato direto, e sim por amigos que já falaram sobre o mesmo. No quesito manipulação, 90% não tiveram dificuldades em montar e usá-lo corretamente. Todas as práticas foram executadas dentro do tempo estipulado/determinado para execução em si. Metade dos discentes afirmou que tiveram dificuldades de montar e entender os gráficos. Isso pode advir de um ensino médio voltado para outras ações, diminuindo o uso de gráfico em aulas teóricas ou experimentais, sabendo que eles não tinham contato, ainda com equipamentos de medidas em seus cursos, o que é bom para mostrar que, uma vez bem executada, a prática pode ser feita em qualquer ambiente de trabalho.

Todos os discentes se sentiram motivados pelo uso de tecnologias deste tipo em aulas experimentais, até mesmo pelo primeiro contato e com tantas tecnologias envolvidas, e principalmente, segundo eles, pela confiança na montagem do experimento.

Quando realizada as medidas, os alunos puderam conferir com a teoria aprendida em sala de aula, como por exemplo, o valor da gravidade, que foi de aproximadamente o mesmo valor encontrado nos livros, isso foi dito por 100% dos entrevistados. Ao perguntar sobre a possibilidade de uso do Arduino® em outras atividades, possivelmente pela inexperiência, 50% acreditam que ele possa ser

usado em outras práticas. Por um lado, isso é bom devido ao entendimento da importância do Arduino®.

Foi possível observar muitas interações entre os membros do grupo, contudo, todos eles reconhecem que foi uma atividade em grupo, participativa e inclusiva, com 95% dos discentes afirmando que houve diferença na forma de observar o conteúdo como parte do processo de aprendizado, baseando-se no que foi apresentado em sala de aula.

## CAPÍTULO 7 - Considerações Finais

---

O presente trabalho partiu da perspectiva de tornar as aulas experimentais de física mais interativas dinâmicas com o uso da tecnologia através do computador e a plataforma Arduino®. Ferramentas estas que contribui para o desenvolvimento entre as relações ciência-tecnologia-sociedade.

O laboratório didático ganhou mais ênfase com a pedagogia de projetos e as aulas experimentais baseadas na demonstração e descrição dos materiais de laboratório ganharam novos objetivos e o aluno torna se o foco do processo ensino-aprendizagem.

As aulas experimentais de física em muitas escolas é quase inexistente devido à ausência de um espaço físico para o laboratório didático e aos custos elevados dos kits comerciais. Com experimentos desenvolvidos com o uso do Arduino® e o computador mostramos que é possível a realização dessas aulas com baixo custo e na própria sala de aula.

Através dessas aulas experimentais é possível despertar nos alunos o interesse pelo laboratório e conseqüentemente pela física. É mostrada para o estudante que esta ciência não se reduz a memorização de equações e resolução de modelos teóricos. O laboratório é um elemento necessário, mas não o bastante, no ensino de física. Este não corresponde mais ao ensino tradicional antes praticado nas escolas, mas sim um modelo de ensino pautado no dialogo didático, fazendo uma mediação entre o conhecimento vulgar e conhecimento científico.

Enfim, procuramos criar possibilidades que auxiliem os agentes de mudanças, os professores, para conseguirmos transformar as aulas experimentais de física uma parte significativa do processo de ensino-aprendizagem. Porque como educadores devemos buscar mecanismos e praticas que melhorem nossas aulas de físicas tornado as mais atrativas e conseqüentemente uma melhor assimilação pelos estudantes.

## Referências Bibliográficas

---

- [1] KAWAMURA, M. R. D., e HOSOME, Y., A contribuição da Física para um Novo Ensino Médio, Física na escola, v. 4, n. 2 p. 22-27 (2003).
- [2] CARUSO, F. “Em defesa da licenciatura”. Scientia (São Leopoldo) vol. 6, n. 1, pp. 93-98. (1995).
- [3] PCN+ - ENSINO MÉDIO, Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC-SEMTEC, 2002). Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/ensino/pcn.shtml>. Acesso em jul.2015.
- [4] BORGES, A. T., Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências, Cad. Bras. Ens. Fís., v. 19, n. 2, p. 291-313 (2002).
- [5] CAVALCANTE, M. A., TAVOLARO, C. R. e MOLISANI, E. Física com Arduino para iniciantes. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n.4, 4503 (2011). Disponível em: < <HTTP://www.sbfisica.org.br/rbef/indice1.php?vol=33&num=4>>. Acesso em: 23 jul.2015.
- [6] GASPAR, Alberto. (2014) ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA, São Paulo, LF.
- [7] SIQUEIRA, Maxwell; PIETROCOLA, Maurício. A Transposição Didática aplicada a teoria contemporânea: A Física de Partículas elementares no Ensino Médio. X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Londrina, 2006.
- [8] BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as Regras da Transposição Didática Aplicáveis aos Conceitos de Física Moderna?. *Investigações em Ensino de Ciências*, 2016, 10.3: 387-404.
- [9] Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, 9, 2, 191-211.
- [10] MENDONÇA, Ricardo Fabrino; GUIMARÃES SIMÕES, Paula. Enquadramento. Diferentes operacionalizações analíticas de um conceito. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, 2012, 27.79.
- [11] MENDONÇA, Conceição Aparecida Soares; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão da literatura sobre trabalhos com mapas conceituais no ensino de ciência do pré-escolar às séries iniciais do ensino fundamental. *Revista Práxis*, 2012, 4.7.
- [13] CORDEIRO, Marinês Domingues; PEDUZZI, Luiz OQ. Consequências das descontextualizações em um livro didático: uma análise do tema radioatividade. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 2013, 35.3: 3602.

- [14] DE PINHO ALVES FILHO, Jose. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno brasileiro de ensino de Física*, 2000, 17.2: 174-188.
- [15] Crease, R. P. (2006). Os 10 Mais Belos Experimentos Científicos . Rio De Janeiro : Zahar .
- [16] Evans, M., & Noble, J. (2016). Arduino Em Ação . São Paulo : Novatec.
- [17] Gaspar, A. (2014). Atividades Experimentais No Ensino De Física . São Paulo : Lf.
- [18] Martin Evans, J. N. (2013). Arduino Em Ação. São Paulo: Novatec .
- [19] O Papel Da Experimentação No Ensino Da Física . (S.D.). Caderno Brasileiro F.
- [20] (2010). In: A. T. Robert B. Westbrook, John Dewey (P. 136). Recife : Massagana.
- [21] Séré, M.-G. (Abril De 2003). O Papel Da Experimentação No Ensino De Física. *Caderno Brasileiro De Ensino De Física*, 20, Pp. 31 - 43.
- [22] MOREIRA, Marco Antônio. Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares. São Paulo: LF, 2011.
- [23] Mec, *PCN Ensino Médio* (SEMTEC/MEC, Brasília, 1999).
- [24] SOUZA, A. R., PAIXÃO, A. C., UZÊDA, D. D., DIAS, M. A., DUARTE, S., AMORIM, H. S. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física* v. 33, n.1, 1702 (2011).
- [25] RICARDO, E. C., Implementação dos PCN em Sala de Aula: Dificuldades e possibilidades, *Física na escola*, v. 4, n. 1 p. 8-11 (2003).





