



Pesquisa em Ensino de Física

Sabrina Passoni Maravieski
(Organizadora)

Atena
Editora

Ano 2019

Sabrina Passoni Maravieski

(Organizadora)

Pesquisa em Ensino de Física

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P474 Pesquisa em ensino de física [recurso eletrônico] / Organizadora Sabrina Passoni Maravieski. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Pesquisa em Ensino de Física; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-209-8

DOI 10.22533/at.ed.098192803

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física – Pesquisa – Estudo de casos. 3. Professores de física – Formação. I. Maravieski, Sabrina Passoni. II. Série.

CDD 530.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa em Ensino de Física” pertence a uma série de livros publicados pela Editora Atena, e neste 1º volume, composto de 19 capítulos, apresenta uma diversidade de estudos realizados sobre a prática do docente no ensino-aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio.

Com a introdução dos PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio em 1999, a presença do conhecimento da Física no Ensino Médio ganhou um novo sentido e tem como objetivo formar um cidadão contemporâneo e atuante na sociedade, pois a Física, lhe proporciona conhecimento para compreender, intervir e participar da realidade; independente de sua formação posterior ao Ensino Médio.

De acordo com os PCNEM, destacamos nesta obra, 4 áreas temáticas: Calor, Hidrostática e Óptica; Cinemática, Mecânica e Gravitação; Eletricidade e Magnetismo e Energia e Princípios de Conservação.

Desta forma, algumas pesquisas aqui apresentadas, dentro das referidas áreas temáticas, procuram investigar ou orientar os docentes e os futuros docentes dos Cursos de Licenciatura em Física e Ciências Naturais, bem como avaliar e propor melhorias na utilização dos livros didáticos, como por exemplo, no âmbito CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente); além de práticas docentes que almejam o cumprimento dos PCNEM no planejamento do docente.

Quando alusivo ao âmbito ensino-aprendizagem, devemos de imediato, pensar nas diversas teorias metodológicas e nos diversos recursos didáticos que podemos adotar em sala de aula, incluindo as atuais tecnologias. Neste sentido, esta obra, tem como objetivo principal oferecer contribuições na formação continuada, bem como, na autoanálise da prática docente, resultando assim, em uma aprendizagem significativa dos estudantes de Ensino Médio. Neste sentido, o docente poderá implementá-las, valorizando ainda mais a sua prática em sala de aula.

Além disso, a obra se destaca como uma fonte de pesquisa diversificada para pesquisadores em Ensino de Física, visto que, quando mais disseminamos o conhecimento científico de uma área, mais esta área se desenvolve e capacita-se a ser aprimorada e efetivada. Pois, nós pesquisadores, necessitamos conhecer o que está sendo desenvolvido dentro da esfera de interesse para que possamos intervir no seu aspecto funcional visando melhorias na respectiva área.

Dentro desta perspectiva, na área de Calor, Hidrostática e Óptica apresentamos um estudo que avalia o método dedutivo da equação de Gauss da óptica geométrica aplicados à formação de imagem em espelhos esféricos, contemplados em diferentes livros-texto utilizados nos cursos de Licenciatura em Física (capítulo 1). Outro estudo apresenta o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na abordagem de conceitos relacionados ao Princípio de Arquimedes em um curso de Ciências da Natureza - Licenciatura. O estudo teve como base as ideias de Gardner em relação à Teoria das Múltiplas Inteligências, de Ausubel sobre a Aprendizagem Significativa e de

Peters, Costa, Oliveira entre outros, em relação ao uso das TIC no Ensino (capítulo 2). No estudo do calor, os autores avaliaram a produção de professores em um curso de atualização sobre “Tecnologias Digitais Ampliando o uso de Metodologias Participativas e Metacognitivas em Ciências Naturais” (capítulo 3).

Na área temática: Cinemática, Mecânica e Gravitação, as metodologias e recursos apresentaram-se diversificadas. O capítulo 4, relata um experimento de colisão unidimensional em um trilho de ar utilizando sensores e o software livre CvMob para a vídeo-análise, cuja função foi a obtenção de medidas contínuas de corpos em movimento. Os resultados apontaram que o recurso utilizado foi preciso e de baixo custo para experimentação em Física, principalmente, no que diz respeito à análise do movimento de objetos. Outro estudo utilizando este mesmo tipo de recurso, com a finalidade de potencializar o ensino aprendizagem da física e da matemática, os autores utilizaram um software de vídeo-análise Tracker no estudo de lançamento oblíquo. Neste os estudantes tiveram a oportunidade de verificar a influência das condições ambientais, descartadas nos enunciados dessas questões, e ampliar a descrição matemática através de gráficos e análise de vetores, fatores que não seriam explorados nesses exercícios sem o recurso computacional. Com a ferramenta os estudantes também conseguiram desenvolver críticas aos exercícios selecionados a partir de comparações com os enunciados e os dados experimentais (capítulo 12). No capítulo 5, os autores apresentaram uma atividade experimental investigativa sobre as marés atmosféricas, comparando esse fenômeno com as marés oceânicas. Onde, para a detecção das oscilações barométricas foi possível fazer uso da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. Já no capítulo 10, o leitor irá se deparar com outro estudo que utiliza o Arduino como recurso o qual substitui os tradicionais kits. No entanto, neste caso, fez uso do sensor LDR para determinar a posição em diversos experimentos para o ensino-aprendizagem da Física para o Ensino Médio, mostrando-se uma alternativa eficaz e de baixo custo. Outro estudo abordou a eficácia do uso do software Solar System Scope para dispositivos móveis no ensino-aprendizagem da Física no Estudo das Leis de Kepler (capítulo 6). Na proposta apoiada na história, Filosofia e Epistemologia da Ciência os autores apresentam as contribuições de Ptolomeu para a evolução do modelo geocêntrico do Sistema Solar (capítulo 7). Outra proposta pautada na construção do conhecimento por meio da experimentação pode ser verificada no capítulo 11, onde alunos de Licenciatura em Ciências Naturais tiveram contato com: a historiografia do aeromodelismo, montagem de um modelo aéreo e matematização dos conceitos (terceiro momento) em formato de oficina, mostrando a importância destas etapas no ensino-aprendizagem. No âmbito, experimentos de física em sala de aula utilizando recursos didáticos do cotidiano; o capítulo 8 tratou de uma atividade experimental realizada em uma classe de Jovens e Adultos (EJA) com carrinhos de fricção para determinar a velocidade média deste. No estudo sobre a deformação sofrida por molas, foram realizadas atividades investigativas

e de experimentação, fundamentadas na teoria cognitiva de aprendizagem utilizando o conhecimento prévio de alunos do Ensino Médio; possibilitando a discussão de conceitos estatísticos, métodos de medição e unidades de medidas (capítulo 9).

Na área temática de Eletricidade e Magnetismo o leitor irá se deparar com 4 capítulos os quais mostram uma preocupação em investigação inicial dos alunos, sequencias didáticas, experimentos de baixo custo e utilização de softwares. O primeiro (capítulo 13), os autores investigaram as diferentes situações didáticas, pertencentes ao campo conceitual da eletrodinâmica, que são propostas aos alunos nas atividades (exercícios, problemas e testes) dos livros didáticos de Física aprovados no PNLD 2012. O fundamento teórico basilar desta investigação foi a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud e tomou como base a ideia defendida pelo autor de que um conceito não se constrói ou aprende com o uso de um só tipo de situação. No capítulo seguinte (14), os autores apresentaram uma sequência didática relacionada ao tema eletricidade por meio da metodologia interativa e investigativa utilizando como recurso didáticos e tecnológicos, exercícios de apostilas de vestibular, a plataforma google forms e simuladores PhET. A sequência didática foi dividida em: a) pré-teste, b) conteúdo digital (utilizando roteiro e kit de circuito Elétrico DC), c) sistematização do conhecimento (lista de exercícios) e d) avaliação para verificação da aprendizagem. Para o estudo conceitual de algumas grandezas físicas, bem como de algumas Leis em eletricidade e magnetismo. No capítulo 15, os autores, descreveram experiências construídas e realizadas com materiais de baixo custo e de fácil aquisição para alunos do Ensino Médio. No capítulo 16, os autores também apresentaram uma sequencia didática com aplicação do simulador PhET, mas com a abordagem POE (predizer, observar e explicar) e da teoria de múltímodos e múltiplas representações. Neste caso, o estudo buscou a correlação das variáveis motivacionais no ensino-aprendizagem de eletricidade e magnetismo para alunos de graduação em Engenharia de uma instituição particular.

Ao leitor, que esta obra, contribua para sua prática em sala de aula, fazendo desta um espaço de relação entre a tríade: professor-alunos-conhecimento.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata diversas pesquisas em ensino de Física e Ciências Naturais, valorizando a prática do docente, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, professores e pesquisadores na constante busca de novas metodologias de ensino-aprendizagem, tecnologias e recursos didáticos, promovendo a melhoria na educação do nosso país.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
DEDUÇÃO DA CONVENÇÃO DE SINAL DA EQUAÇÃO DE GAUSS PARA ESPELHOS ESFÉRICOS	
<i>Niels Fontes Lima</i> <i>Rodrigo Oliveira Magalhães</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928031	
CAPÍTULO 2	12
ESTUDO DE CONCEITOS DO PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES COM USO DE AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM	
<i>Diovana Santos dos Santos Habermann</i> <i>Franciele Braz de Oliveira Coelho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928032	
CAPÍTULO 3	29
METACOGNIÇÃO NO ENSINO PARTICIPATIVO: UMA ABORDAGEM PARA O ESTUDO DO CALOR	
<i>Clayton Ferreira dos Santos</i> <i>Kátia Regina Varela Roa</i> <i>Miriam Alves Dias Santana</i> <i>Vera B. Henriques</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928033	
CAPÍTULO 4	39
ANÁLISE DE UM EXPERIMENTO DE COLISÃO UNIDIMENSIONAL USANDO SOFTWARE LIVRE CVMOB	
<i>Alexandro das Chagas de Sousa Nascimento</i> <i>Rodrigo Costa Veras</i> <i>Francisco Ronan Viana Araújo</i> <i>Itamar Vieira de Sousa Junior</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928034	
CAPÍTULO 5	49
AS MARÉS ATMOSFÉRICAS A PARTIR DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA	
<i>Luiz Raimundo Moreira de Carvalho</i> <i>Helio Salim de Amorim</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928035	
CAPÍTULO 6	59
AVALIAÇÃO DO USO DO APLICATIVO SOLAR SYSTEM SCOPE NO ENSINO DAS LEIS DE KEPLER	
<i>Adriano Alves de Araujo</i> <i>Harrison Luz dos Santos</i> <i>Gabryell Malcher Freire</i> <i>Fábio Andrade de Moura</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928036	

CAPÍTULO 7	68
CONTRIBUIÇÃO DE PTOLOMEU PARA A EVOLUÇÃO DO MODELO GEOCÊNTRICO: PERSPECTIVAS HISTÓRICAS	
<i>Natalia Talita Corcetti</i> <i>Estéfano Vizconde Veraszto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928037	
CAPÍTULO 8	78
EXPERIMENTO COM CARRINHOS DE FRICÇÃO PARA TRATAR DE VELOCIDADE MÉDIA NO PRIMEIRO ANO/SÉRIE DO ENSINO MÉDIO	
<i>Arivaldo Lopes</i> <i>Marli Santana Pimentel Lopes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928038	
CAPÍTULO 9	86
MEDIÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E (RE)DESCOBERTA: UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA COM PESOS E MOLAS	
<i>Amsterdam de Jesus Souza Marques de Mendonça</i>	
DOI 10.22533/at.ed.0981928039	
CAPÍTULO 10	99
O USO DO LDR COMO SENSOR DE POSIÇÃO COM O ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA	
<i>Lázaro Luis de Lima Sousa</i> <i>Nayra Maria da Costa Lima</i> <i>Luciana Angélica da Silva Nunes</i> <i>Leonardo Augusto Casillo</i> <i>Andreia Paulino da Silva</i> <i>Rodolfo Felipe Medeiros Alves</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280310	
CAPÍTULO 11	109
USANDO A MECÂNICA DE VOOS PARA FACILITAR O APRENDIZADO DE CONCEITOS DA MECÂNICA CLÁSSICA	
<i>Juliana Oliveira Costa</i> <i>Renan de Melo Alencar</i> <i>Bianca Pereira Almeida</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280311	
CAPÍTULO 12	117
USO DE VIDEOANÁLISE PARA RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS DE LANÇAMENTO OBLÍQUO	
<i>Gustavo Affonso de Paula</i> <i>Milton Alves Gonçalves Júnior</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280312	

CAPÍTULO 13	126
A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD E O CAMPO CONCEITUAL DA ELETRODINÂMICA: AS DIFERENTES SITUAÇÕES PRESENTES NAS ATIVIDADES DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA	
<i>Deivid Andrade Porto</i>	
<i>Tiago Ferraz Rodrigues</i>	
<i>Mariele Regina Pinheiro Gonçalves</i>	
<i>Marco Aurélio Clemente Gonçalves</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280313	
CAPÍTULO 14	135
CIRCUITOS ELÉTRICOS- UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO RECURSOS TECNOLÓGICOS	
<i>Arthur Alexandre Magalhães</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280314	
CAPÍTULO 15	154
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM ELETRICIDADE E MAGNETISMO PARA O ENSINO MÉDIO	
<i>Alfredo Sotó Fernandes Jr</i>	
<i>Miguel Arcanjo-Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280315	
CAPÍTULO 16	163
MOTIVAÇÕES, SIMULAÇÕES E DESEMPENHO NO ENSINO DE ELETRICIDADE	
<i>Alcides Goya</i>	
<i>Patrícia Beneti de Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280316	
CAPÍTULO 17	173
O CONCEITO DE ENERGIA E TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	
<i>Geziane dos Santos Pereira</i>	
<i>Milton Souza Ribeiro Miltão</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280317	
CAPÍTULO 18	191
ATIVIDADE EXPERIMENTAL CATIVANTE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE ENERGIA MECÂNICA E SUA CONSERVAÇÃO	
<i>Cleidson Santiago de Oliveira</i>	
<i>Mauro Vanderlei Amorim</i>	
<i>Elizabeth Machado Baptestini</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280318	
CAPÍTULO 19	201
USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES ENERGÉTICAS PARA O 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
<i>Alex Arouca Carvalho</i>	
<i>Júlio Akashi Hernandez</i>	
DOI 10.22533/at.ed.09819280319	
SOBRE A ORGANIZADORA	215

O USO DO LDR COMO SENSOR DE POSIÇÃO COM O ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Lázaro Luis de Lima Sousa

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte

Nayra Maria da Costa Lima

Núcleo de Educação à Distância da UFERSA
Mossoró – Rio Grande do Norte

Luciana Angélica da Silva Nunes

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte

Leonardo Augusto Casillo

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte

Andreia Paulino da Silva

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte
Instituto Federal de Educação do Maranhão
Açailândia - Maranhão

Rodolfo Felipe Medeiros Alves

Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Mossoró – Rio Grande do Norte

RESUMO: O Arduino está se tornando uma das plataformas mais utilizadas para projetos de simples aquisição pela sua versatilidade. No ensino de física, este equipamento ganha espaço no auxílio para substituir tradicionais kits em aulas experimentais, na maioria dos casos inacessíveis às escolas do ensino médio, que não disponibilizam verba para tal,

pois é considerado um sistema de baixo custo. Realizar experimentos de física em sala de aula é uma das formas mais simples de motivar, dinamizar e criar novas perspectivas no aluno. O LDR é um sensor de baixo custo que varia sua resistência com a luminosidade e pode ser utilizado para fins além do esperado por este componente. Este trabalho apresenta algumas maneiras de usar o LDR e o Arduino em conjunto para realizar diferentes experimentos, usando-o como sensor de posição, com o objetivo de dinamizar as aulas de Física.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino, LDR, ensino.

ABSTRACT: The Arduino is becoming one of the platforms most used for projects of simple acquisition by its versatility. In physics teaching, this equipment gains space in helping to replace traditional kits in experimental classes, in the majority of cases inaccessible to high schools, which do not provide funds for this, since it is considered a low cost system. Conducting classroom physics experiments is one of the simplest ways to motivate, energize and create new perspectives in the student. The LDR is a low cost sensor that varies its resistance to brightness and can be used for purposes beyond what is expected by this component. This paper presents some ways to use LDR and Arduino together to perform different experiments, using it as a position sensor, with the aim of dynamizing

the physics classes.

KEYWORDS: Arduino, LDR, learning.

1 | INTRODUÇÃO

No ensino de Física, muitas vezes o professor se depara com situações em que se faz necessário o uso de metodologias diferenciadas para facilitar o processo ensino-aprendizagem. Uma saída comum é o uso de atividades experimentais, ou atividades interativas com tecnologias atuais. Apesar do crescente aumento nas empresas que confeccionam os kits de ensino, direcionados exclusivamente à didática experimental, ainda sim estão longe de tornarem-se comuns nas aulas da maioria dos centros de ensino, sejam públicos ou privados. Um dos motivos seja possivelmente pelo alto valor para aquisição destes equipamentos. É nesta perspectiva que a confecção de experimentos de baixo custo torna-se uma saída para professores que buscam o dinamismo proporcionado por uma aula que vai além do método tradicional.

Vale ressaltar que, como consequência de uma sociedade moderna e mais conectada, toda atividade didático-experimental precisa acompanhar tal desenvolvimento para despertar o interesse dos discentes. E como tal, o uso dos computadores é indispensável nestas atividades, porém, eles sozinhos não propõem experiências diferenciadas sobre a percepção da física em nosso cotidiano. É necessária uma interface que possa proporcionar esta comunicação. Neste trabalho foi usado o Arduino associado ao LDR para medidas de posição aplicadas aos experimentos de Física.

O Arduino tem atraído a atenção de professores e alunos nos últimos anos, principalmente devido ser uma plataforma aberta e de fácil manipulação, considerada de baixo custo e com possibilidade de associação a diferentes sensores. Um grande trunfo de sua utilização é a possibilidade de produção de material instrucional capaz de explorar a capacidade do discente de resolver uma ação usando robótica, ou automatizando um procedimento. Contudo, pouco se tem discutido sobre formas de inserção deste equipamento em aulas de ensino experimental em física, em que no caso, ele apresenta-se como peça fundamental, mas não mais importante que o ensino de Física em si.

Para o sensor de fácil acesso e baixo valor de aquisição foi escolhido o LDR que é um fotoresistor que permite montar estruturas capazes de medir a posição para diferentes graus de luminosidade e assim poder estudar diferentes experimentos que possam contribuir com o aumento do entendimento nas aulas de Física.

2 | A PLATAFORMA ARDUINO

O Arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica de hardware e software

livre (open source) desenvolvida em 2005 na Itália e que ganhou notoriedade nos últimos anos devido à sua flexibilidade, facilidade de utilização e seu baixo custo frente a outros modelos de microcontroladores. Seu principal objetivo é permitir que usuários, a partir de conhecimentos básicos em eletrônica e programação, criem hardwares interativos com baixo custo. Existem diversas comunidades virtuais de usuários que compartilham seus projetos e auxiliam na construção de protótipos e projetos, o que contribui ainda mais para a popularização da plataforma (MCROBERTS, 2018).

O hardware do Arduino é composto por um microcontrolador programável (geralmente da família Atmel) e uma interface simples formada por entradas e saídas digitais e analógicas para conexão de sensores e atuadores. O desenvolvimento de programas para o Arduino é realizado através do uso de uma linguagem de programação própria baseada em Wiring, que se assemelha a linguagem C/C++. O software pode ser obtido gratuitamente no website oficial e possui versões multiplataforma para Windows, Mac e Linux. Os programas escritos na IDE Arduino são chamados de Sketches.

O Arduino pode ser acoplado a outros dispositivos denominados shields. Um shield é uma placa que permite o aumento da capacidade do Arduino, de acordo com sua funcionalidade, por exemplo, shields bluetooth, que permitem comunicação com sinal bluetooth, e ethernet shield, que permite ao Arduino operações na internet.

Existem atualmente diversos modelos de Arduino, de acordo com a quantidade de portas de entrada/saída, memória e funcionalidades extras (como, por exemplo, a integração de conexão com a internet sem a necessidade de Shields).

Em virtude de suas características, o Arduino é utilizado para implementar a chamada Computação Física (Physical Computing), que é a utilização de componentes eletrônicos (sensores e atuadores) para desenvolver sistemas interativos, que se comunicam com o meio ambiente e com os seus usuários. Isto significa que o Arduino pode receber informações do ambiente (som, luz, temperatura, velocidade, pressão, volume, etc.) por meio de seus pinos de entrada analógicos ou digitais a partir de sensores, processar tais informações de forma digital, e atuar no ambiente controlando, lâmpadas, motores, ou outros atuadores através de seus pinos de saída. Inclusive, estas medidas podem ser feitas em função do tempo, que é um dos parâmetros de difícil acesso em experimentos de física com boa precisão (DE RODRIGUES, 2015).

O modelo utilizado neste projeto é o Arduino UNO, de 8 bits, ilustrado na Figura 1.

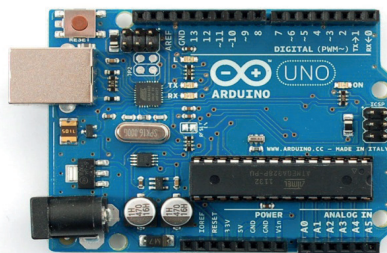


Figura 1. Arduino UNO.

O modelo UNO possui um bom custo/benefício para projetos de pequeno porte em virtude de suas características, dispostas na Tabela 1. Modelos mais completos, como o Arduino MEGA, costumam ter mais pinos de E/S ou mais memória, mas possui custo mais elevado a maior dimensão.

Propriedades	Modelo
Microcontrolador	ATMega 328
Processador	RISC 8 bits
Tensão de Operação	5 Volts
Pinos Entrada/Saída Digital	14 (6 pinos PWM)
Pinos Entrada Analógica	6
Corrente DC por pino	40 mA
Memória FLASH	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Frequência de Clock	16 MHz

Tabela 1 – Característica do Arduino UNO.

3 | O LDR E A MEDIDA DA POSIÇÃO

O LDR (do inglês *Light Dependent Resistor*) é um fotoresistor, ou seja, um componente eletrônico em que seu valor de resistência é variado com a intensidade luminosa. As Figuras 1(a) e (b) mostram um LDR de uso comum e suas simbologias eletrônicas, respectivamente. A luz incidida sobre a face deste elemento influencia diretamente à quantidade de portadores de carga liberados, que por sua vez, favorece o aumento da corrente elétrica. Isso faz com que, em ambiente com pouco ou nenhuma luminosidade, o LDR possa alcançar valores extremamente elevados de resistência. A Figura 1(c) ilustra a curva de dependência entre a resistência do LDR e a luminosidade incidida em sua face (THOMAZINI, 2005).

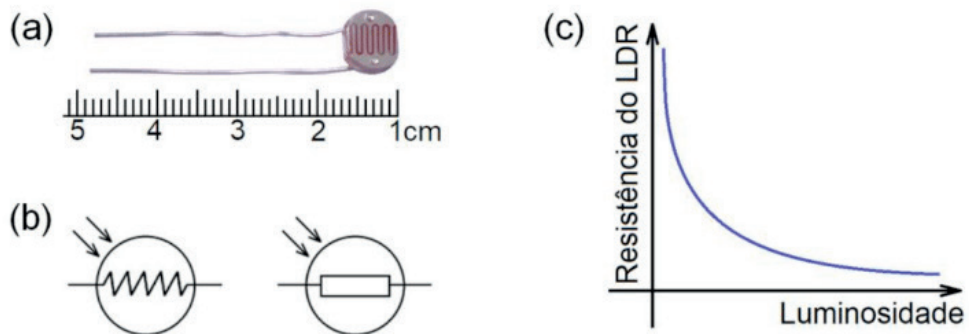


Figura 2. (a) Um LDR de uso comum; (b) Simbologias eletrônicas para o LDR; (c) Ilustração da curva característica da resistência do LDR em função da luminosidade.

Os LDR's são compostos por dois eletrodos separados por um material fotocondutor, geralmente o sulfeto de cádmio (CdS), que possui resistência da ordem de megaohms no escuro, e diminui seu valor drasticamente pelo aumento da intensidade luminosa incidente, como mostra a vista superior de um LDR de uso comum na Figura 3(a). Na Figura 3(b) é ilustrada a vista lateral, onde mostra que o LDR é composto por um revestimento cerâmico, para suporte e dar corpo ao componente, sobre a face do LDR é dado um revestimento transparente para proteção do material fotocondutor (DE CAMPOS VALADARES, 1998).

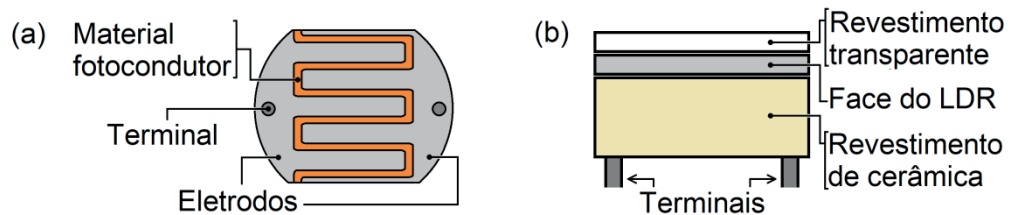


Figura 3. Ilustração da vista superior do LDR em (a), em (b) é mostrada a vista lateral.

O tempo de resposta de um fotoresistor é dado como o tempo necessário para que a condutância deste componente aumente em 63% de seu valor máximo, quando iluminado, e diminua para 37% quando for retirada a iluminação. Entre os fotoresistores, o LDR é o mais lento em termos de tempo de resposta, por outro lado, em atividades didáticas com tempos de respostas relativamente grandes, o LDR pode ter utilidade como auxiliador na construção de equipamentos que medem a posição. Para isso, é necessária que a variação de luminosidade seja convertida em unidades de localização. Essa intenção vai além da necessidade de mensurar/diferenciar escuro do claro (THOMAZINI, 2005).

É de se esperar que a intensidade luminosa diminua com o aumento da distância entre a fonte e o ponto de estudo. É através desta modificação que uma relação poderá ser estipulada. Com o uso do Arduino e o LDR, não é necessário saber o valor da intensidade de luz em cada ponto. Neste trabalho, para efeito didático aplicado à posição, essa informação é irrelevante. Contudo, a localização de um corpo só será possível se realizado uma calibração inicial. Para isso é necessário realizar a

montagem como descreve a Figura 4.

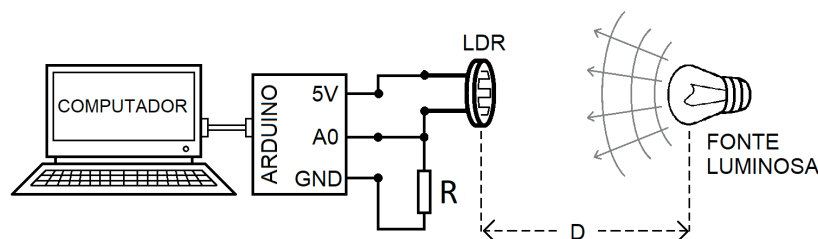


Figura 4. Aparato e montagem da calibração inicial do LDR como sensor de posição.

O sistema apresentado na Figura 4 é composto por um computador, um Arduino Uno, um LDR de uso comum, um resistor de carga R da ordem de 10 k Ω , uma lâmpada como fonte luminosa e uma régua para medida da distância D. Inicialmente é necessário estipular a noção de escuro e claro com o LDR, medindo o sinal do Arduino com e sem um obstáculo em relação à fonte luminosa. Esta calibração deve ser feita uma vez antes de todo o ciclo de experimentos.

Copiando os dados do Arduino para um analisador gráfico em que os ajustes dos dados coletados fornece a função $F(D)$, que é a relação entre a medida do Arduino e a distância entre a fonte luminosa e o LDR. A $F(D)$ deverá ser inserida nas rotinas dos códigos fonte, quando necessário, para realização dos experimentos propostos descritos a seguir.

4 | EXPERIMENTOS PROPOSTOS

Utilizar experimentos em sala de aula é uma excelente alternativa metodológica para o ensino de Física por possibilitar que os discentes tenham percepção prática dos assuntos abordados teoricamente pelo professor. Além disso, estes experimentos poderão auxiliar o professor de Física na busca de uma prática docente que permita a formação de indivíduos questionadores do mundo que os cerca (DE SOUZA, 2011).

Especificamente foram escolhidos três experimentos para aplicação em aulas de Física utilizando LDR e Arduino. Estes podem servir como inspiração na construção de outras ferramentas a serem adotadas no ambiente educacional.

5 | PÊNDULO SIMPLES

O Pêndulo Simples é um dos sistemas oscilantes mais simples para estudo de movimentos oscilatórios e determinação do valor da gravidade g . Para pequenas amplitudes angulares, o período de oscilação T pode ser escrito como $T = 2\pi(L/g)^{1/2}$, então sua análise experimental é baseada na medida de T do comprimento do pêndulo L (WALKER, 2002). Quando este experimento é proposto, as medidas temporais são, geralmente, feitas com um relógio, de forma manual, o que produz maiores erros e em

alguns casos, e limita a quantidade de análises, pois, por exemplo, é complicado medir a velocidade máxima da massa oscilante. No caso, nossa proposta de experimento consegue mensurar o período e a velocidade máxima de forma simples e automatizada. Para isso, é necessário montar o aparato experimental mostrado na Figura 5(a), no caso, com o experimento em andamento, o Arduino e o LDR fornecem uma função quadrada, mostrada na Figura 5(b).

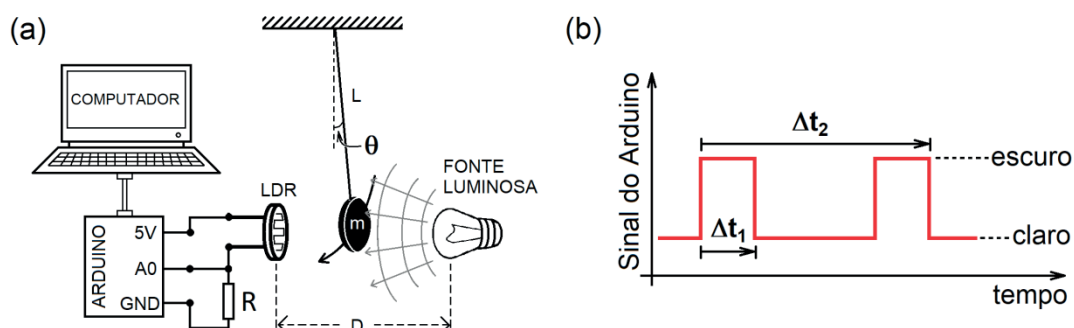


Figura 5. (a) Aparato experimental para estudo do Pêndulo Simples. (b) Sinal observado pelo Arduino em função do tempo.

O aparato experimental da Figura 5(a) é composto por um pêndulo de comprimento L e massa m , descolado de sua posição de equilíbrio θ , que oscila livremente entre o LDR e a fonte luminosa. O valor de D é fixo. A massa oscilante ao passar em frente ao LDR diminui a quantidade de luminosidade que incide sobre sua face, levantando o sinal do Arduino (fase escura), para outras posições angulares a luz é incidida normalmente (fase clara), como mostra a Figura 5(b). Os valores de tempos Δt_1 e Δt_2 são, respectivamente, o tempo em que a massa impede a passagem de luz e o tempo que a massa leva para completar um período, no caso o período T é igual a Δt_2 . Então, fisicamente, a velocidade máxima v_m alcançada pela massa equivale aproximadamente a $v_m = d/\Delta t_1$, onde d é a largura da massa oscilante.

6 | QUEDA LIVRE

A queda livre é considerada como o movimento ocasionado somente pela ação gravitacional, em que o corpo desloca-se no sentido do centro terrestre. É um movimento retilíneo uniformemente variado, que se solto com velocidade inicial igual a zero, a equação de movimento é dado por $S = gt^2/2$, considerando o deslocamento na vertical o valor S , partindo de zero, e tempo de queda t e gravidade g (WALKER, 2002)..

Um dos experimentos mais simples é a determinação do valor de g usando a queda livre. Para isso é mensurado o valor de t para determinado comprimento. Devido ao curto intervalo de tempo, é importante uma boa precisão na medida de t . O aparato proposto para esta medida é descrito na Figura 6(a). Neste caso, são necessários dois sistemas compostos por uma fonte luminosa e um LDR com um resistor R de 10 k Ω ,

descritos por (1) e (2), ligados ao Arduino. Na Figura 6(b) é mostrado o sinal observado do Arduino quando um corpo teste cruza os conjuntos (1) e (2).

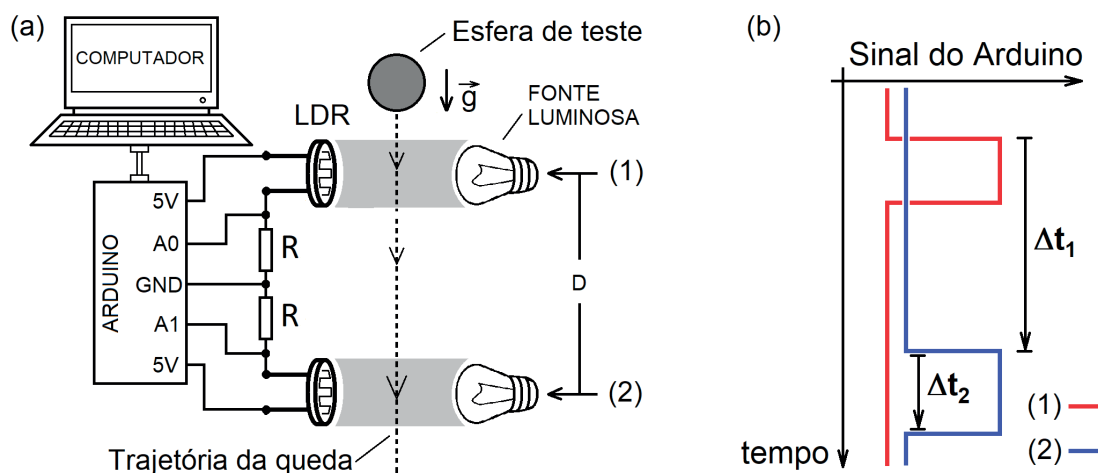


Figura 6. (a) Aparato experimental para medida do tempo de queda t . (b) Sinal do Arduino em função do tempo para o experimento de queda livre.

Cada conjunto da Figura 6(a), distantes entre si de D , terá a função de localizar o momento da passagem do corpo teste. O tempo de queda é o valor de Δt_1 , como mostrado na Figura 6(b) e, para medir o valor da gravidade é somente realizar o cálculo de $g = 2D/(\Delta t_1)^2$. Através do valor de Δt_2 é possível medir a velocidade em (2).

7 | SISTEMA MASSA-MOLA

O sistema massa-mola é definido como o conjunto formado por uma mola com uma de suas extremidades presa em um ponto fixo, sendo a outra extremidade presa a uma massa. A mola é caracterizada por uma constante k , chamada de constante elástica da mola, que carrega todos os parâmetros associados à mola, como por exemplo, de quê material é feita, o raio da sua curvatura, sua espessura e comprimento (WALKER, 2002).

A massa na ponta da mola poderá oscilar, se retirada de sua posição de equilíbrio, pela ação de uma força restauradora F_R de módulo equivalente a $F_R = k \cdot \Delta x$, pela Lei de Hooke. Sem atrito ou forças resistivas, este sistema pode oscilar em movimento harmônico simples em que a posição da massa oscilante varia de forma cossenoidal, com amplitude e período bem definidos.

Para o sistema massa-mola proposto foi usada a própria fonte luminosa como massa oscilante na direção do LDR, como mostra a Figura 7(a). A fonte escolhida foi uma pequena lanterna de uso comum, à base de bateria acrescida de massas para diminuir os efeitos resistivos. O circuito base é o mesmo já discutido na seção do pêndulo simples. Será medido o sinal do Arduino em função do tempo, que, usando a função $F(D)$ advinda da calibração inicial, poderá converter em posição em função do tempo, como mostra a Figura 7(b).

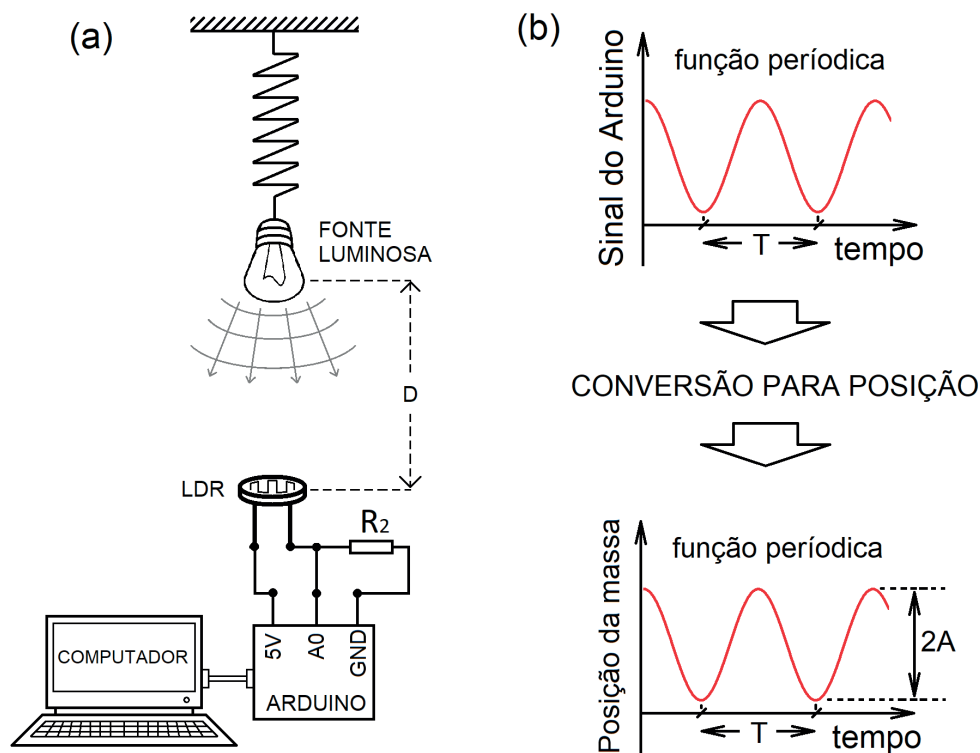


Figura 7. (a) Aparato experimental para medida da posição da massa no sistema massa mola. (b) Sinal do Arduino antes e depois da conversão para posição usando a função $F(D)$.

Para o sistema massa mola, a função temporal da posição $x(t)$ pode ser escrita como $x(t) = A \cos(\omega t + \phi)$, onde A é a amplitude de oscilação, ω é frequência angular ($\omega = 2\pi/T$, onde T é o período de oscilação) e ϕ é uma fase. O ajuste na função mostrada pelo Arduino é feito usando estas informações, que através destas análises poderá estudar o deslocamento sofrido pela massa oscilante, os valores de velocidade, aceleração e as energias associadas de forma precisa, hábil e dinâmica.

CONCLUSÕES

Através do Arduino é possível dinamizar as aulas de Física, propondo experimentos considerados de baixo custo, onde o discente poderá ter contato com tecnologias aplicadas diretamente ao ensino de Física. O Arduino torna-se um elemento importante na aplicação destas dinâmicas de aprendizado, contribuindo diretamente na percepção do efeito físico em questão, sendo capaz de aceitar modificações quando necessário para o experimentador.

AGRADECIMENTOS

À CAPES. Aos técnicos do NEaD Ramon Ribeiro Vitorino Rodrigues e Jéssica de Oliveira Fernandes.

REFERÊNCIAS

DE CAMPOS VALADARES, Eduardo; MOREIRA, Alysson Magalhães. **Ensinando física moderna no segundo grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 15, n. 2, p. 121-135, 1998.

DE RODRIGUES, Rafael Frank; CUNHA, Silvio Luiz Souza. **Arduino para físicos**. 2015.

DE SOUZA, Anderson R. 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, p. 1702, 2011.

MCROBERTS, Michael. **Arduino básico**. Novatec Editora, 2018.

THOMAZINI, Daniel; ALBUQUERQUE, Pedro Urbano Braga de. **Sensores industriais: fundamentos e aplicações**. São Paulo, v. 3, p. 32, 2005.

WALKER, Jearl et al. **Fundamentos de física**. São Paulo: LTC, 2002.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-209-8

