

Utilização de Arduino como motivador no ensino de física para alunos de graduação em matemática

Using arduino as a motivator in physics teaching for undergraduate students in mathematics

Tiago Destéffani ADMIRAL [1](#); Edmundo Rodrigues JÚNIOR [2](#); Marília Paixão LINHARES [3](#)

Recebido: 01/07/2018 • Aprovado: 15/09/2018 • Publicado 28/12/2018

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Metodologia](#)
- [3. Resultados](#)
- [4. Conclusões](#)

[Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

Este artigo tem como objetivo apresentar um exemplo de uma perspectiva mais abrangente da utilização da tecnologia no ensino. O trabalho trata de uma sequência didática com Arduino, como instrumento e objeto de estudo. A pesquisa qualitativa foi aplicada em alunos do curso de matemática. Os dados foram coletados através de observação, questionários utilizando e avaliações os alunos. Percebemos uma surpreendente mudança de postura dos alunos diante da motivação em estudar física, e também eficiência no aprendizado na disciplina

Palavras chave: Ensino de física, Arduino, Sequência Didática

ABSTRACT:

This article aims to present an example of a more comprehensive perspective on the use of technology in teaching. The paper deals with a didactic sequence with Arduino, as an instrument and object of study. Qualitative research was applied to students of the math course. Data were collected through observation, questionnaires using and student assessments. We perceived a surprising change of posture of the students before the motivation in studying physics, and also efficiency in the learning in the discipline

Keywords: Physics Teaching, Arduino, Didactic Sequence

1. Introdução

Diversas pesquisas apontam no sentido da necessidade, viabilidade e aplicabilidade da utilização de tecnologias e aulas práticas no ensino de física (vide: AGUIAR; LAUDARES, 2001; ALVES; AMARAL; NETO, 2002; BARBETA; YAMAMOTO, 2002; GOBARA; ROSA; PIUBÉLI, 2002; YAMAMOTO; BARBETA, 2001)

Entretanto, é necessário refletir também sobre a forma como tais recursos são empregados. Uma abordagem convencional de aula prática de física consiste, em linhas gerais, em um roteiro previamente preparado pelo professor, contendo a explicação teórica do fenômeno a

ser observado, uma seção com os materiais e métodos explicando a metodologia e coleta de dados e, finalmente, uma seção de análise dos dados obtidos, com técnicas de análise e referências. Em geral o próprio equipamento utilizado na aquisição dos dados não faz parte do objeto de estudo em si, ele representa um instrumento e, por algumas vezes, pode acontecer que, durante as aulas, o professor explique o princípio de funcionamento desse equipamento.

Essa postura, em boa medida, se limita ao caráter de verificação de um fenômeno, previamente conhecido. Considerando algumas possíveis limitações, nesse sentido:

“[...] o estudante logo percebe que sua 'experiência' deve produzir o resultado previsto pela teoria, ou que alguma regularidade deve ser encontrada. Quando ele não obtém a resposta esperada, fica desconcertado com seu erro, mas, se percebe que o 'erro' pode afetar suas notas, ele intencionalmente 'corrige' suas observações e dados para obter a 'resposta correta', e as atividades experimentais passam a ter o caráter de um jogo viciado. Infelizmente este é daquele tipo de jogo que se aprende a jogar muito rapidamente.” (BORGES, 2002, p. 299).

Entretanto, nosso trabalho parte da perspectiva da utilização dupla da tecnologia, não apenas como instrumento de aquisição de dados em aulas práticas, mas também como objeto de estudo em si. O principal recurso tecnológico utilizado nesse trabalho é o micro controlador arduino que, além de apresentar baixo custo, tem se mostrado um recurso didático valioso em aulas de física (CORDOVA; TORT, 2016; DWORAKOWSKI, et al., 2016; ROCHA; GUADAGNINI, 2013).

Criado na Itália, com finalidades didáticas, o arduino é uma plataforma de prototipagem eletrônica, cujo hardware consiste em apenas uma placa, composta por um microcontrolador Atmel, para sua programação é utilizada uma linguagem de programação própria, muito similar a C e C++. Tanto o hardware quanto o software do arduino são livres (open source), isso torna o arduino extremamente barato e acessível, tanto do ponto de vista da aquisição do produto, quanto da informação de como usá-lo. Fatos que tornam cada vez mais o arduino uma opção didática interessante.

Acreditamos que, em algumas circunstâncias, os fenômenos envolvidos no funcionamento do equipamento de aquisição de dados são essencialmente mais ricos em possibilidades de aprendizado do que o fenômeno o qual está sendo observado com a utilização desse equipamento. Por exemplo, em um experimento de medição de aceleração em um plano inclinado, o aparato de captação de movimento pode apresentar ao aluno uma situação muito mais intrigante em relação ao movimento em si, uma vez que, teoricamente, ele já espera um resultado conhecido previamente e observado à exaustão no cotidiano.

Também somos inclinados assumir que o fato de o aluno ter conhecimento minucioso sobre o equipamento utilizado na experimentação, além de fazê-lo desenvolver conhecimentos não diretamente ligados ao experimento em si, pode favorecer a interpretação dos resultados obtidos. Uma vez que se conhece completamente o processo de obtenção de dados, muito provavelmente, será fácil interpretar esses resultados bem como determinar com mais exatidão possíveis fontes de erros e discrepâncias.

Por essas razões a pesquisa se estruturou no desenvolvimento de uma sequência didática de três semanas. Sendo a primeira semana com aulas teóricas expositivas e, as demais, com aulas práticas em laboratório. Durante as aulas práticas a metodologia se focou em duas vertentes: no uso do arduino para auxiliar como ferramenta para aquisição de dados para observação de um fenômeno; e também no arduino como o objeto de estudo das aulas práticas. O grupo observado foi uma turma de quarto período do curso de licenciatura de matemática, na disciplina de física III, eletricidade e eletromagnetismo.

2. Metodologia

A pesquisa consistiu na aplicação de uma sequência didática, com duração de três semanas, totalizando 10 horas de aula. O grupo que participou da pesquisa foi uma turma de quarto período de licenciatura em matemática, na disciplina de física III, com total de 19 alunos. A média de idade dos alunos é de 24 anos, aproximadamente.

A seleção da metodologia qualitativa se justifica pelas características das dimensões e natureza da amostra. Durante as aulas foram realizadas observações, anotações, os alunos responderam um questionário baseado na escala likert e foi realizada uma avaliação escrita, todas essas estratégias fizeram parte da coleta de dados.

A escolha da turma se deu devido à facilidade de acesso do pesquisador e a aproximação entre o conteúdo a ser trabalhado com os alunos e os conceitos desenvolvidos nas atividades experimentais.

2.1. A estrutura da sequência didática

A SD foi estruturada de acordo com Delizoicov; Angotti (1990) consistindo-se em três partes, os momentos pedagógicos (MP), Problematização (P), Organização do Conhecimento (O) e Avaliação (A). O Quadro 1 descreve a estrutura da sequência didática.

Quadro 1
Estrutura da Sequência Didática e atividades desenvolvidas

Momento pedagógico (MP)	Carga horária (horas)	Atividades desenvolvidas
P	1	Discussão sobre tecnologia no cotidiano
		Exibição de vídeo sobre projetos de arduino
O	5	Aula teórica sobre circuitos
		Aula prática sobre circuitos elétricos
		Aula prática sobre circuitos, com arduino - o que é um micro controlador?
A	4	Avaliação escrita formal
		Montagem de protótipo e exibição em feira de ciência
		Aplicação de questionário sobre a metodologia

A primeira aula, referente à problematização, foi utilizada para apresentar a proposta e metodologia aos alunos, bem como promover a discussão sobre as relações entre a ciência e tecnologia, pertinentes ao desenvolvimento do trabalho. De acordo com Delizoicov; Angotti (1990) é nesse momento que o aluno deve identificar o significado dos conceitos a serem aprendidos e suas relações com o cotidiano.

Ainda nessa etapa foram exibidos vídeos, disponíveis na internet, sobre projetos utilizando Arduino. Os vídeos apresentados ilustravam projetos variados nas áreas de automação industrial, criação de robôs, modelismo, automação residencial e, o que era o foco da problematização, aplicações didáticas.

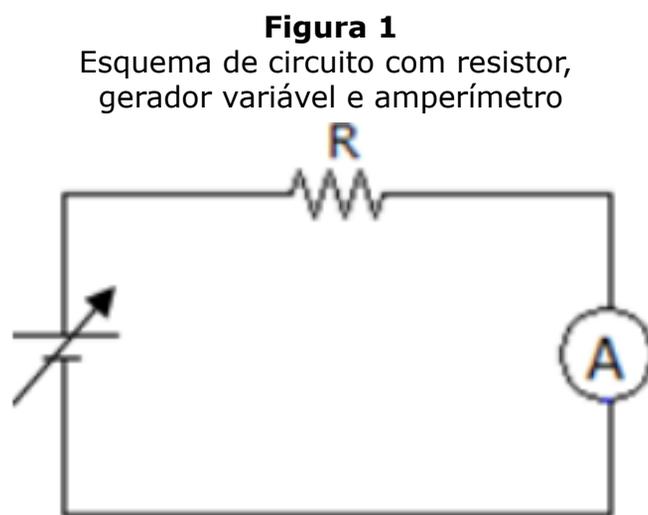
Os vídeos foram muito bem recebidos pelos alunos que demonstraram grande interesse pelo assunto. Quando perguntados se teriam interesse de ver e participar de um experimento utilizando Arduino todos os alunos sem exceção prontamente responderam que queriam. O objetivo da problematização é, em boa medida, fazer com que os alunos se sintam motivados a participar das atividades didáticas, sintam-se motivados a aprender. Nesse sentido a manifestação da vontade de participar das práticas pode ser um forte indício que a

problematização proporcionou a motivação que deveria.

A fase de organização do conhecimento inicia-se com uma aula teórica sobre circuitos e continua com duas aulas práticas.

A aula, expositiva e teórica, sobre circuitos elétricos, já estava prevista na ementa da disciplina. Essa aula teve o papel de estabelecer um conhecimento básico para as aulas seguintes, trabalhando alguns conceitos fundamentais de corrente elétrica, resistores e associação de resistores

A primeira aula prática foi simples. Realizamos uma abordagem usual da lei de Ohm. Com uma fonte de voltagem variável ligada aos terminais de um resistor, os alunos modificavam a voltagem da fonte e anotavam os valores das correntes elétricas resultantes. Medida realizada por um amperímetro em série com o resistor, como mostra a figura 1;



Fonte: Autor

A turma foi dividida em cinco grupos de três alunos e um grupo de quatro alunos, que realizaram a montagem do experimento e as medidas com os resistores.

Os alunos elaboraram um breve relatório do experimento e fizeram gráficos da relação entre a diferença de potencial aplicada aos terminais dos resistores e a corrente elétrica observada, e constataram a relação linear conforme previsto na teoria, que foi estudado anteriormente nas aulas teóricas.

Os objetivos dessa prática foram, além de consolidar os conhecimentos teóricos, oferecer um primeiro contato aos alunos com esse tipo de material. Quando perguntados, em questionário, quantos já tinham participado de atividades práticas em Física, apenas três alunos responderam que já, os demais nunca tiveram essa vivência.

Na segunda aula prática, após um contato inicial com circuitos elétricos, os alunos foram apresentados ao micro-controlador Arduino. Os alunos já tinham conhecimento sobre o básico do Arduino, devido à apresentação de vídeos no momento da problematização.

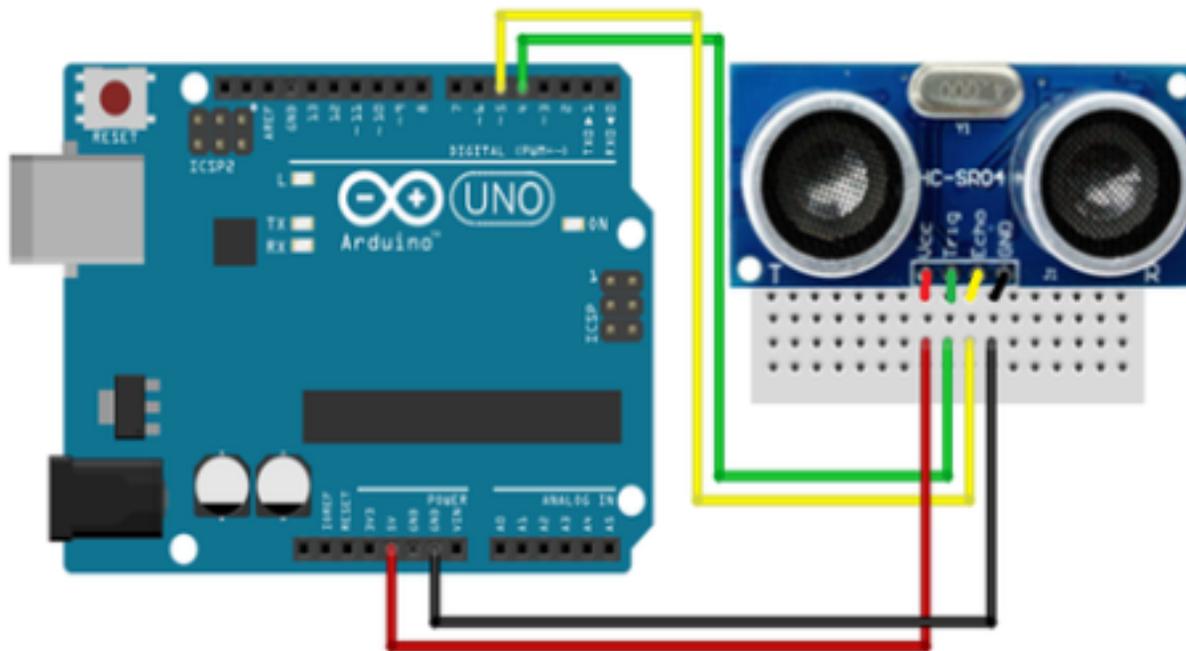
Antes da realização do experimento planejado foi mostrado aos alunos uma série de sensores e componentes, de propriedade do próprio professor, que apareceram sendo usados nos vídeos exibidos em sala de aula. A pedido de um grupo de alunos foi feita pelo professor uma demonstração de como se pode controlar um servo motor utilizando um potenciômetro, por intermédio do Arduino.

A experiência teve como objetivo geral compreender os aspectos básicos de funcionamento e aplicação de micro controladores lógico programáveis, e suas possíveis aplicações para o Ensino. Os objetivos específicos foram aprender a identificar os componentes e alguns sensores utilizados com Arduino e aprender a utilizar o sensor ultrassônico HC-SR04 integrado ao Arduino.

Os autores (CORDOVA; TORT, 2016) utilizaram o Arduino e o sensor HC-SR04 para medir experimentalmente a gravidade com precisão de 0,1%. O sensor também tem um custo baixo, cerca de R\$15,00, sendo uma excelente aquisição para a bancada.

Os materiais utilizados foram Arduino UNO; Módulo HC-SR04; Protoboard; Jumpers; Pêndulo simples. A figura 2 mostra a conexão do sensor ao Arduino;

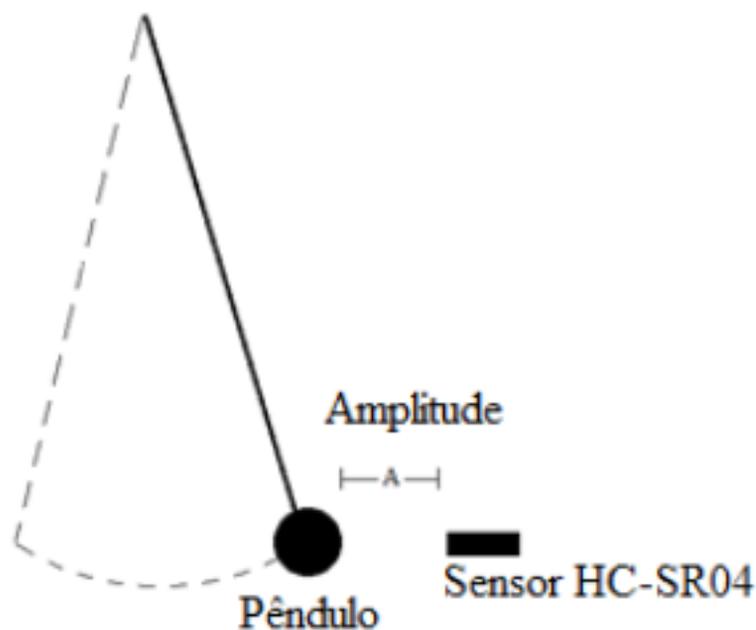
Figura 2
Sensor acoplado ao arduino



Fonte: http://blog.filipeflop.com/wp-content/uploads/2015/07/Arduino_HC_SR04_bb.png

Após a montagem o sensor foi posicionado ao lado de um pêndulo simples para registrar em tempo real as distâncias em cada instante. O esquema é ilustrado na figura 3;

Figura 3
Sensor posicionado próximo ao pêndulo



Fonte: Autor

Com o auxílio do programa Parallax (PLX-DAQ), o mesmo utilizado pelos autores (DWORAKOWSKI, et al., 2016), os dados obtidos foram enviados para o *Microsoft Excel*® e posteriormente tratados graficamente.

Nessa experiência, por demandar algum conhecimento de programação, o próprio professor se encarregou da montagem do aparato. Esta montagem foi feita durante a própria aula, passo a passo, explicado aos alunos cada aspecto do experimento. Entretanto os dados foram colhidos pelos próprios alunos, de forma similar à primeira experiência. A Sketch (do inglês "esquete", a expressão se refere ao esquema da programação compilada) utilizada para obter os dados da porta serial é mostrada no quadro 2 e, a seguir, apresentam-se os resultados da pesquisa que constitui a fase de avaliação dos momentos pedagógicos.

Quadro 2
Sketch do arduino explicada, utilizada na prática

```

//Aula prática 2, código.                                     //Comentários
#include <Ultrasonic.h>                                       //Biblioteca do sensor
#define TRIGGER 4                                             //Pino gatilho do
sensor                                                       //
#define ECHO 5                                               //Pino eco do sensor
Ultrasonic ultrasonic(TRIGGER, ECHO);                         //Definição dos pinos
void setup()                                                 //Setor de configuração
{
  Serial.begin(9600);                                        //Inicia a porta serial
}
void loop()                                                  //Inicia a rotina
{
  float cmMsec;                                             //Variável flutuante
  long microsec = ultrasonic.timing();                       //Variável longa
  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);    //Conversão
  Serial.println(cmMsec);                                    //Mostra na serial
  delay(200);                                               //Aguarda 200ms
}

```

Fonte: Autor

3. Resultados

A primeira aula prática teve um caráter mais básico. Devido ao fato de que a maioria dos alunos havia tido pouco contato com laboratório, a aula foi relativamente expositiva. Foi mostrado aos alunos como eram feitas as ligações do circuito, e os grupos conseguiram reproduzir as ligações, obter as medidas e estimar, com precisão aceitável, os valores das resistências elétricas dos resistores.

A primeira aula prática contribuiu para uma discussão com os alunos dos conceitos físicos relacionados à resistência elétrica, corrente elétrica, diferença de potencial elétrica (d.d.p), potência, entre outros.

Os alunos preencheram um relatório com as medidas de tensão e corrente e, posteriormente, elaboraram gráfico utilizando esses dados. Como atividade complementar os alunos realizaram as regressões lineares para verificar a relação linear da Lei de Ohm.

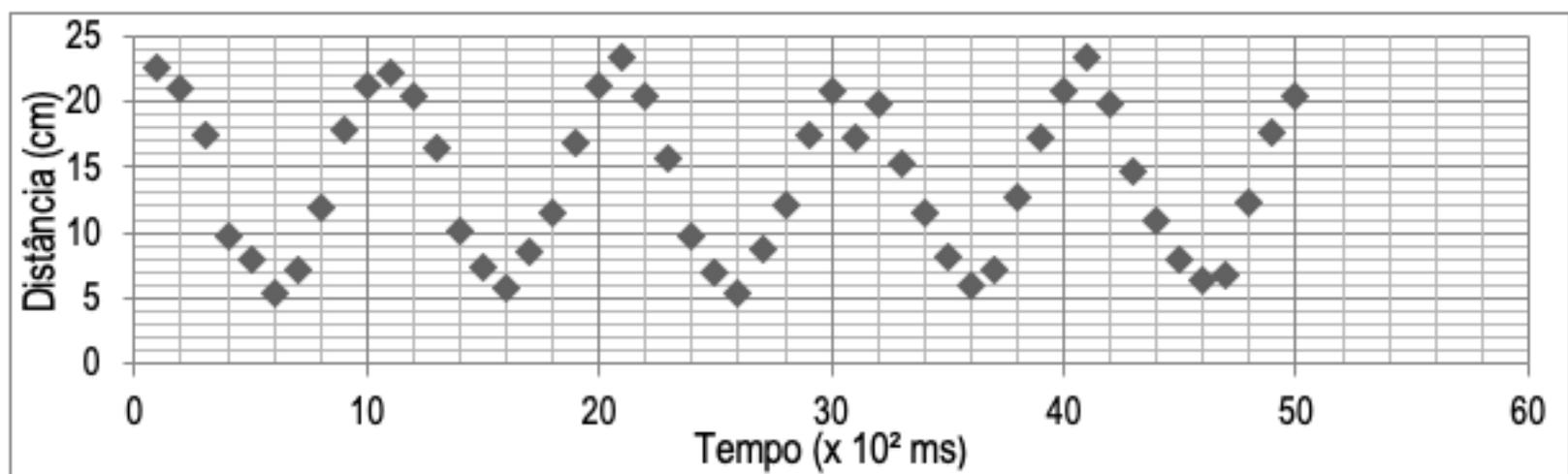
Durante a segunda aula prática os alunos demonstraram grande interesse em conhecer o funcionamento dos dispositivos envolvidos. Mesmo durante a montagem do aparato começaram a surgir dúvidas sobre o princípio de funcionamento do sensor HCSR-04. Pouco a pouco, após as explicações, os alunos começaram a estabelecer relações entre os parâmetros estudados na primeira aula, com a segunda.

Durante o primeiro contato ao obter os dados das distâncias do pêndulo em relação ao sensor, os alunos se depararam com situações não previstas inicialmente. Por exemplo, durante os primeiros testes, enquanto o pêndulo oscilava diante do sensor, os valores de distância variavam em tempo real e os alunos perceberam que alguns valores, em particular, eram muito maiores do que deveriam.

Após especulações das possíveis causas, foram levantadas diversas hipóteses e os alunos argumentaram até conseguirem determinar a verdadeira causa da discrepância. O pêndulo simplesmente estava ligeiramente fora do eixo de alinhamento do sensor, por isso, em alguns instantes ele saía da frente do sensor e era registrado, momentaneamente, a distância entre o sensor e a parede do laboratório. Os alunos conseguiram realizar as medidas e fizeram os gráficos referentes ao movimento do pêndulo. O gráfico 1 é um exemplo;

Gráfico 1

Gráfico da distância do sensor ao pêndulo, medido em intervalos de *100 ms*



Fonte: Autor

Já havia sido apresentada aos alunos a relação teórica para a obtenção do período de um pêndulo simples, para pequenas oscilações (GAULD, 2004);

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

O pêndulo utilizado na experiência possuía comprimento $L=(25,00 \pm 0,05)$ cm, utilizando como parâmetro de gravidade $g=9,801$ m/s², obtivemos um período teórico de, aproximadamente, $(1,003 \pm 0,008)$ s. Observando, grosso modo, o Gráfico 1, podemos estimar a concordância das medidas no que diz respeito ao período esperado.

Os alunos foram perguntados em relação a quais seriam as principais fontes de erro do experimento. Surpreendentemente todas as suposições foram extremamente pertinentes à situação, entre as possíveis fontes de erro citadas pelos alunos constaram:

Resistência do ar;

Formato do pêndulo (corpo extenso);

Erros nas próprias medidas de L e g;

Movimentação pendular fora do plano vertical que contém o sensor.

Juntamente com os questionamentos sobre os erros, os alunos foram questionados em relação às atitudes que poderiam diminuí-los. De forma análoga, as sugestões foram pertinentes à situação como, por exemplo, utilizar um pêndulo de maior massa e menores dimensões para diminuir a influência da resistência do ar.

Na aula posterior os alunos foram convidados a responder a um breve questionário sobre as práticas realizadas. Na primeira pergunta, 95% dos alunos reconheceram, na física, aplicações de conhecimentos matemáticos estudados por eles.

Em relação à segunda pergunta, todos os alunos afirmaram que as aulas de laboratório trazem uma motivação extra para o estudo da física. Esse dado é importante no sentido de que, um dos objetivos da abordagem prática, é despertar a curiosidade e o interesse dos alunos.

Já na terceira pergunta, 80% dos alunos afirmaram ter interesse em saber como os aparelho, envolvidos na coleta de dados experimentais, funcionam. Essa estatística reforça a hipótese levantada de que, em muitas ocasiões, a compreensão do aparato utilizado em uma experiência de física, possui tantas possibilidades didáticas quanto os dados obtidos em si.

Novamente os alunos foram unânimes em admitir, na quarta questão, que, enquanto professores, têm interesse de incluir práticas em suas futuras aulas. Isso evidencia uma concordância quanto à resposta do questionário, como todos os alunos afirmaram que as aulas de laboratório são motivadoras, é seguro assumir que eles consideram importante fazer atividades semelhantes enquanto professores.

Finalmente na última questão fechada, 95% dos estudantes consideraram importante conhecer os equipamentos envolvidos na prática. Dentre as justificativas podemos destacar

duas:

Aluno 1: "Acredito que se conhecemos melhor o sensor sabemos interpretar melhor o valor mostrado no computador"

Aluna 2: "Aprender mais sobre os equipamentos conseguimos entender como os resultados de uma experiência são obtidos"

Outros aspectos do resultado da aplicação da metodologia na turma consistiram em bom desempenho nas avaliações formais e na ampla participação da turma no projeto de uma feira de ciência e tecnologia realizada anualmente na Instituição. O projeto desenvolvido na feira consistiu em um dispenser automatizado, utilizando arduino. Se houvesse aproximação das mãos, na distância desejada, o arduino acionava um relé que abria uma válvula solenóide, que permitia que a água caísse automaticamente. Ao mesmo tempo um visor LCD mostrava a distância em tempo real até o obstáculo mais próximo ao sensor. A sketch do projeto é mostrada no Quadro 2:

Quadro 3

Sketch do arduino do projeto da feira, com comentários

```
//Semana do saber versão //Comentários
#include <Ultrasonic.h> //Carrega a biblioteca Ultrasonic
#include <LiquidCrystal_I2C.h> //Carrega a biblioteca LCD
#include <Wire.h> //Inclui biblioteca Wire
#define PINO_TRIGGER 13 //Definição dos pinos e variáveis
#define PINO_ECHO 10
int rele = 8;
Ultrasonic ultrasonic(PINO_TRIGGER, PINO_ECHO);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,2,1,0,4,5,6,7,3, POSITIVE);
void setup()
{
  Serial.begin(9600); //Inicializa a serial
  lcd.begin(16,2); //Inicializa LCD
  lcd.clear(); //Limpa o LCD
  pinMode(rele, OUTPUT); //Configuração do pino como saída
  digitalWrite(rele, LOW); //Inicia em estado lógico baixo
}
void loop() //Inicia a rotina
{
  float cmMsec;
  long microsec = ultrasonic.timing();
  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);
  lcd.setCursor(0,0); //Apresenta os dados no LCD e na Serial
  lcd.print("Dist.: ");
  lcd.print(" ");
  lcd.setCursor(7,0);
  lcd.print(cmMsec);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Semana do Saber");
  lcd.print(" ");
  if (cmMsec > 45) //Condição se distância é maior que 45cm
    digitalWrite(rele, LOW);
  else if (cmMsec < 45) //Caso contrário
    digitalWrite(rele, HIGH);
  delay(500);
}
```

Fonte: Autor

4. Conclusões

A sequência didática nos mostrou de forma contundente que, nesse contexto analisado, as aulas práticas de física, mesmo para alunos licenciandos em matemática, contribuiu significativamente com a motivação e, conseqüentemente, com a facilitação do aprendizado.

Em diversas oportunidades percebemos que os alunos estudados apresentaram grande interesse, não apenas pelos conhecimentos específicos, mas como também pelo desenvolvimento didático das atividades da SD. Visto que os alunos são futuros professores, suas motivações pelas atividades de ensino diversificadas se justificam pela necessidade de obter maior conhecimento no campo de estratégias de ensino. Especialmente àquelas que relacionam aplicações Ciência e Tecnologia na Sociedade.

A partir dos relatórios dos alunos ficou claro que eles compreenderam bem as limitações dos experimentos, e aprenderam simultaneamente conceitos ligados ao funcionamento dos equipamentos usados nas experiências e aos fenômenos observados.

Ao fim da SD observamos também a notória subutilização dos recursos tecnológicos que temos ao nosso alcance. Visto que qualquer equipamento utilizado em sala de aula, ou no laboratório, é, em potencial, um objeto de investigação que pode ser estudado para construção de conceitos físicos. Pudemos perceber também que equipamentos de baixo custo de aquisição, se utilizados de maneira correta, podem reproduzir dados de experimentos de grande precisão.

O trabalho em questão também contribuiu com a produção de material didático, de fácil acesso, detalhando os princípios de funcionamento. De maneira que outros docentes possam utilizar o material adaptando-o para suas necessidades didáticas específicas.

Por fim percebemos que ao usar com os licenciandos metodologias de ensino diferenciadas, além de trazer ganho conceitual e motivação, ainda estamos contribuindo com a sua formação docente, de uma forma direta e significativa.

Referências bibliográficas

AGUIAR, C. E. ; LAUDARES, F. **Aquisição de dados usando LOGO e a porta de jogos do PC.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 23, n.4, p.371-380, dez. 2001.

ALVES, D. T., AMARAL, J. V.; NETO, J. F. M. **Aprendizagem de eletromagnetismo via programação e computação simbólica.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n.2, p.201-213, jun. 2002.

ARNOLD et al. **Estudo do amortecimento do pêndulo simples: uma proposta para aplicação em laboratório de ensino.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 33, n. 4, 2011.

BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. **Desenvolvimento e utilização de um programa de análise de imagens para o estudo de tópicos de mecânica clássica.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n.2, p.158-167, jun. 2002.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.

CORDOVA, H.; TORT, A. C.. **Medida de g com a placa Arduino em um experimento simples de queda livre.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 38, n. 2, jan. 2016.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. **Metodologia do ensino de ciências.** São Paulo: Cortez, 1990. 205 p.

DWORAKOWSKI, L. et al. **Uso da plataforma Arduino e do software PLX-DAQ para construção de gráficos de movimento em tempo real.** *Revista Brasileira de Ensino Física*, São Paulo, v. 38, n. 3, abr. 2016.

GAULD, C.F. **Pendulums in The Physics Education Literature: A Bibliography.** *Science & Education*, v.13, n.7, 2004.

GOBARA, S. T., ROSA, P. R. S.; PIUBÉLI, U. G. **Estratégias para utilizar o programa Prometeus na alteração das concepções em mecânica.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 24, n.2, p.134-145, jun. 2002.

HYGINO. C.B, LINHARES, M.P. **Divulgação do Episódio da Expedição do Francês Pierre Couplet em aulas de física do PROEJA.** In: SILVA, C.C.; PRESTES, M. E (orgs). *Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas.* 1ª ed. São

Carlos, SP: Tipografia Editora, 2013. cap. 4, p.377-387.

MATTHEWS, M.R., GAULD, C.; STINNER, A. **The Pendulum: Its Place in Science, Culture and Pedagogy.** *Science & Education*, v.13, n.4, 2004.

ROCHA, F. S.; GUADAGNINI, P. H. **Projeto de um sensor de pressão manométrica para ensino de física em tempo real.** *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 31, n. 1, p. 124-148, nov. 2013.

TOBIN, S. M. **Application and Design with Matlab.** 1. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. 219p.

YAMAMOTO, I. ; BARBETA, V. B. **Simulações de experiências como ferramenta de demonstração virtual em aulas de teoria de Física.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 23, n.2, p.215-225, jun. 2001.

1. Doutor em Ciências Naturais, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Especialista em Ensino Técnico, Graduado em Física pela Universidade Federal de Viçosa. Centro de Exatas. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. tdesteffani@gmail.com

2. Doutor em Ciências Naturais, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Especialista em Design Instrucional para EAD, Graduado em Física pela Universidade Federal de Viçosa. Centro de Exatas. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. edmundocruzeiro@gmail.com

3. Doutora em Física pelo centro Brasileiro de pesquisas físicas CBPF, Mestre em Física pela USP, Centro de Exatas. Universidade Estadual do Norte Fluminense. mariliapaixaolinhares@gmail.com

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 39 (Nº 52) Ano 2018

[Índice]

[Se você encontrar algum erro neste site, por favor envie um e-mail para webmaster]