

# Física e eletrônica: Sensor de umidade de baixo custo na automatização da irrigação de horta escolar

.....  
**Tiago Destéffani Admiral<sup>1, #</sup>,  
Glendha Ribeiro Fonseca<sup>2</sup> e  
Klarissa Gomes da Silva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Licenciatura em Ciências da Natureza, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

## RESUMO

*Cada vez mais, busca-se outorgar ao aluno o papel principal em sua própria formação, juntamente com a autonomia na construção do conhecimento. Este artigo descreve um relato de experiência na qual alunos de licenciatura em física que participam ativamente num projeto de PIBID numa escola estadual de Ensino Fundamental e Médio construíram um sistema de automação de baixo custo utilizando Arduino. Durante o desenvolvimento do protótipo, surgiu a necessidade de utilizar um sensor mais eficiente e resistente em relação ao disponível comercialmente. Devido a isso, foi desenvolvido um sensor capaz de realizar satisfatoriamente as medidas. A construção do sensor exigiu, por parte dos alunos, muita pesquisa no campo de eletrônica e eletromagnetismo. A partir dos testes de calibragem do sensor, foi possível extrair as curvas características e modelar uma função matemática para descrever a umidade da terra em relação ao sinal de saída do sensor, com correlação  $r^2 = 0,9968$ . Além de bons resultados metodológicos na aquisição das medidas, o protótipo foi apresentado na feira de ciências da instituição e será implantado na horta da escola pública onde ocorre o projeto de PIBID.*

**Palavras-chave:** ensino de física; Arduino; sensor de umidade

.....

#Autor de correspondência. E-mail: tdesteffani@gmail.com.

## 1. Introdução

**A**s tecnologias digitais, cada vez mais presentes em nosso cotidiano, trazem consigo a necessidade de adaptação, principalmente quando falamos do processo de ensino-aprendizagem, o qual não podemos mais enxergar como antigamente, apenas nos valendo de “técnicas utilizadas em séculos passados, onde o uso da tecnologia era bem menos difundido e tinha acesso restrito”

[1]. Adaptando-se a essa nova era do processo de ensino-aprendizagem e indo ao encontro das possibilidades inerentes às tecnologias, surge a ideia do projeto: um processo de automação de uma horta presente em um colégio estadual. O processo de implementação da horta já fora realizado por bolsistas do programa PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) - Ciências, juntamente com a direção da escola. O intuito era, além da produção de vegetais e leguminosas que seriam utilizados nas merendas escolares e disponibilizados também para a comunidade, explorar as possibilidades pedagógicas, experimentando a ciência e viabilizando a manutenção da horta em períodos de férias escolares.

Durante o decorrer do projeto, os participantes buscaram uma forma de automatizar o processo de irrigação, dada a eventual dificuldade de estarem presentes na escola em períodos de férias e recessos. Para a concepção e elaboração do projeto, foi utilizada a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino, que possui hardware livre e placa única. A plataforma pode ser fa-

cilmente programada para utilização em dispositivos que possuem como entrada sensores que detectam mudanças no ambiente.

Considerando que muitas escolas não possuem as vantagens que um laboratório pode proporcionar, ao se utilizarem dessa ferramenta tecnológica os professores podem realizar experimentos por meio de protótipos construídos com os alunos. A literatura [2] nos indica que podemos nos beneficiar

dessa interação entre os alunos para promover o aprendizado de conceitos mais facilmente. Neste trabalho, os autores fazem um apanhado geral sobre a teoria sócio-interacionista de Vy-

gotsky e descrevem como podemos identificar indícios de aprendizado nos alunos, utilizando princípios dessa teoria.

Ao introduzir o uso do Arduino em sala de aula, podemos trabalhar conteúdos de eletrônica, que são bons exemplos de aplicação de conceitos de física. Conceitos físicos envolvidos no funcionamento dos sensores, por exemplo, são excelentes aplicações para o ensino. Portanto, ao introduzir conteúdos de eletrônica em sala de aula, de forma adequada, o professor pode proporcionar a seus alunos uma aprendizagem interdisciplinar. Diversos trabalhos recentes [3-5] apontam possibilidades metodológicas com o uso dessa tecnologia. Um trabalho [3], por exemplo, descreve a construção de um espectrômetro com Arduino, equipamento que apresenta alto custo, mas que o autor conseguiu reproduzir, com algumas limitações, utilizando recursos de fácil aquisição. O mesmo acontece em outro

**Ao introduzir o uso do Arduino em sala de aula, podemos trabalhar conteúdos de eletrônica, que são bons exemplos de aplicação de conceitos de física**

trabalho [4], que descreve a construção de um interferômetro de Michelson.

Testes iniciais mostraram a inviabilidade de utilização de sensores de umidade comerciais, dada sua extrema fragilidade. Surge então a proposta de construção do sensor de umidade, que pode ser justificada por três razões: em primeiro lugar, os sensores normalmente comercializados são extremamente frágeis e, pelo fato de que a parte que entra em contato com a terra ser uma placa de circuito, sofre oxidação com muita facilidade. Dessa forma, com pouco tempo de uso os sensores comerciais compatíveis com Arduino oferecem erros nas medidas e, em alguns casos, param de funcionar.

A segunda razão para a construção do sensor está em seu baixo custo; com um valor muito pequeno, conseguimos construir um excelente sensor com bom *range* de medida e com materiais galvanizados, que oferecem grande resistência à oxidação. Por fim, a construção em si do sensor proporcionou uma excelente oportunidade de aprender uma aplicação de conceitos de circuito elétrico, além de ter se mostrado uma oportunidade de obter mais habilidade prática no manuseio de componentes elétricos. Foi uma proposta que se mostrou extremamente condizente com a proposta interdisciplinar do projeto PIBID.

## 2. O Arduino e sua aplicação no ensino de física

A placa Arduino consiste em uma placa de desenvolvimento com *software* e *hardware* livres; existem vários tipos de placas Arduino e suas diferenças consistem, essencialmente, na capacidade de processamento e número de portas GPIO (*general purpose input output*) disponíveis. A placa utilizada no protótipo descrito neste artigo é a placa Uno. O Arduino possui uma linguagem de programação própria, muito similar à linguagem C, e no IDE (*integrated development environment*) de programação estão disponíveis dezenas de exemplos que podem ser adaptados mesmo por alguém com praticamente nenhum conhecimento em programação.

Diversos trabalhos encontrados na literatura apresentam o Arduino como uma alternativa para tornar os conteú-

dos de física mais dinâmicos e atraentes [6-12]. Cada um dos trabalhos mencionados traz uma abordagem diferente para tornar, por exemplo, a visualização de um fenômeno mais interessante. Um trabalho [8] utiliza o Arduino para observar em tempo real o gráfico da amplitude de um pêndulo simples. Ele tratou de um fenômeno relativamente pouco atraente, e bem conhecido, com uma abordagem computacional bem mais interessante.

A plataforma Arduino pode ser facilmente aplicada em sala de aula, sendo considerada “[...] uma tecnologia versátil e de simples utilização por professores e alunos, por ser uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em *hardware* e *software* fáceis de usar, e com custo relativamente baixo” [10].

A utilização dessa ferramenta no auxílio do processo de ensino-aprendizagem mostra-se uma boa alternativa, principalmente quando tratamos de uma ciência experimental como a física. Sobre as atividades experimentais, podemos citar:

“(...) possibilita a vivência de uma física mais prazerosa, mais intrigante, mais desafiadora e imbuída de significados. Esses aspectos contribuem para criar uma imagem mais positiva da física, despertando no aluno curiosidade e gosto por essa ciência.” [6]

Portanto, acreditamos que a utilização de tecnologias digitais, Arduino, como recurso para explorar a experimentação no ensino de física, traz consigo benefícios consideráveis para a educação, justamente por ser um material de

baixo custo, de fácil acesso e manuseio e, sobretudo, por estarmos inseridos na era das TICs, em que o processo de ensino como um todo passa por uma grande fase de readaptação.

Uma busca na literatura recente mostrou que alguns autores [13-15] trabalharam com sensores de umidade já comercializados no mercado. Um deles [15] utiliza, por exemplo, o sensor YL-39 para realizar medidas de umidade e relacioná-las à retenção de água em um meio poroso. Entretanto, esse sensor é conhecido por apresentar algumas dis-

torções de medida, especialmente quanto submetido a uso contínuo. Isso ocorre devido ao fato de que a parte imersa na terra é construída depositando-se um material condutor diretamente na placa de silício, o que reduz demais sua vida útil. O Arduino possui uma gama extensa de sensores já adaptados para utilização direta, entretanto uma grande parte das atividades de ensino envolvidas em nosso trabalho está relacionada à construção do sensor, uma vez que, dada a variação de uma grandeza física, o sensor responde com a mudança em algum outro parâmetro que possa ser mensurado.

## 3. Materiais e métodos

Os materiais utilizados na construção do protótipo são:

- 1 Arduino Uno;
- 1 resistor 10 k $\Omega$ ;
- 2 pregos galvanizados tamanho 18  $\times$  27 (3,40 mm de espessura);
- 1 barra de conector Sindal (2,5 mm);
- 1 válvula solenóide 127 V;
- 1 módulo relê 5 V;
- Fios;
- Ferro de solda e fluxo de solda.

Todos os componentes da lista, exceto o resistor, a placa Arduino e o módulo relê, podem ser encontrados sem grandes dificuldades em uma loja de materiais de construção. A válvula solenóide utilizada é também encontrada em lojas de eletrônica ou de peças de reposição para máquinas de lavar e custam cerca de R\$ 15,00.

Para automatizar a irrigação, constatamos que deveríamos ser capazes de estabelecer uma leitura da umidade da terra e, com base nessa informação, decidir se devemos irrigar ou não. A placa Arduino foi o componente eletrônico que fazia essa leitura e tomava a decisão de controlar o relê, que por sua vez acionava a válvula solenóide responsável pela irrigação. O esquema elétrico e a programação serão detalhados nos tópicos seguintes.

### 3.1. O sensor

A construção do sensor foi baseada no funcionamento do circuito conhecido como divisor de tensão. A Fig. 1 mostra o esquema do circuito do sensor.

No esquema da Fig. 1, podemos perceber que existem poucos componentes eletrônicos: são basicamente três fios (5 V, Sinal e Gnd), um resistor de 10,0 k $\Omega$  e o resistor variável  $R_V$ , que é o principal componente. Será esse va-

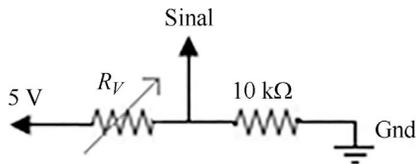


Figura 1 - Circuito do sensor de umidade.

lor de resistência que, de maneira indireta, nos indicará a umidade relativa da terra, como será explicado mais adiante.

Ainda analisando a Fig. 1, podemos facilmente concluir que a voltagem no Sinal (d.d.p. entre Sinal e Gnd) é dada pela Eq. (1):

$$V_S = \left( 5 \cdot \frac{10.000}{R_v + 10.000} \right) V \quad (1)$$

em que  $V_S$  é a voltagem do Sinal e  $R_v$  é o valor da resistência elétrica no resistor variável. Analisando-se a Eq. (1), percebe-se que o sinal da saída irá variar em um intervalo entre 0 e 5,0 V.

Para a construção do sensor, destacamos três contatos da barra de contato Sindal (Fig. 2a); feito isso, colocamos os dois pregos nas extremidades do contato e os três fios são posicionados no contato central, como mostrado na Fig. 2b.

A conveniência da utilização desses contatos está no fato de que podemos simplesmente apertar os parafusos para que tanto os pregos quanto os fios fiquem bem fixados no conjunto como um todo.

Após termos encaixado e fixado a estrutura, realizamos a solda dos fios de acordo com o circuito mostrado na Fig. 1. O esquema real de ligação, mais simplificado, pode ser observado na Fig. 3.

Para melhorar o acabamento, aumentar a vida útil do sensor e melhorar o isolamento entre os contatos, foi apli-

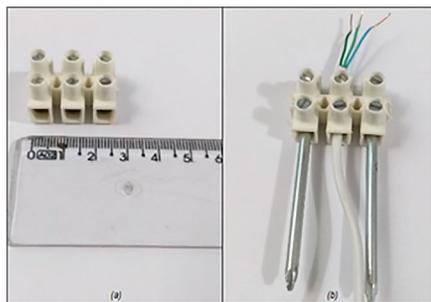


Figura 2 - À esquerda (a), são mostrados os três contatos destacados da barra Sindal; à direita (b), os pregos encaixados nas extremidades e os fios no centro.

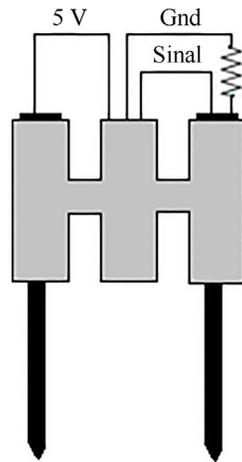


Figura 3 - Esquema de ligação dos três fios soldados na cabeça dos pregos.

cada uma camada de cola quente de silicone na parte dos contatos dos fios, mas esse acabamento é opcional. Uma vez montado o sensor, ele foi conectado ao Arduino com o fio 5,0 V na saída 5,0 V, o Gnd na entrada Gnd e o fio do sinal na entrada A0 do Arduino. A Fig. 4 mostra o sensor pronto.

A entrada analógica do Arduino possui uma resolução de 8 bits; seu microcontrolador é capaz de dividir os 5,0 V em 1024 unidades. Sendo assim, a resolução de voltagem no pino de sinal é de 4,9 mV. A variação da voltagem no pino de sinal é criada de acordo com a variação da resistência elétrica medida na porção de terra entre os dois pregos. Em nossos testes de calibragem foi utilizada uma amostra de terra seca, a amostra foi aquecida em um forno e permaneceu durante três dias dentro de um recipiente em lugar de baixa umidade, para garantir que contivesse o menor teor possível de água. A partir de então, a cada rodada de medidas foram acrescentadas (5,0 ± 0,05) g de



Figura 4 - Sensor de umidade pronto para uso.

água para novas medidas, com o intuito de estabelecer uma relação entre o percentual relativo de água na amostra e o valor fornecido pelo sensor.

#### 4. Discussão dos resultados

Para realizar os testes de calibração do sensor, foi tomada uma amostra de terra do local, com massa de (142,7 ± 0,05) g, medida com a terra extremamente desidratada. Com o auxílio de uma balança de precisão, foram acrescentadas (5,0 ± 0,05) g de água; a terra foi misturada até atingir homogeneidade e foi feita a medida com o sensor. O processo foi repetido, sendo realizadas 11 medidas. Os valores obtidos em cada medida estão mostrados na Tabela 1.

Na segunda coluna da Tabela 1, temos os valores fornecidos pelo monitor serial do Arduino. Esses são os valores apresentados na tela do computador quando realizamos as medidas; convertendo para volts, obtemos os valores da

Tabela 1: Medidas de voltagem no sinal de acordo com diferentes percentuais de água na amostra.

Medida	Valor do monitor serial	Valor do sinal(V)	Massa de água acrescentada(g)	Percentual relativo de água na amostra(em%)
1	307	1,50	5	3,39
2	534	2,61	10	6,55
3	643	3,14	15	9,51
4	735	3,59	20	12,29
5	780	3,81	25	14,91
6	843	4,12	30	17,37
7	883	4,31	35	19,70
8	915	4,47	40	21,89
9	941	4,59	45	23,97
10	948	4,63	50	25,95
11	953	4,65	55	27,82

terceira coluna. Com base na resolução da leitura, estima-se que a incerteza na medida do sinal seja de  $2,45 \times 10^{-3}$  V. Como a resolução da balança utilizada é de 0,1 g, estima-se que a incerteza na medida da massa seja de 0,05 g.

Como a amostra de terra, obviamente, não era inteiramente homogênea, cada uma das medidas foi realizada cinco vezes e o valor mostrado na Tabela 1, de cada uma das medidas, foi obtido pela média dessas medidas. Esse procedimento foi adotado para melhorar a acurácia do valor medido.

De posse desses dados, e com o auxílio de um *software*, foi elaborado o gráfico do comportamento do sinal do sensor em relação ao percentual de água nessa amostra. Buscou-se um ajuste para encontrar a função que melhor descrevesse esse comportamento; os dados obtidos a partir das leituras, bem como a curva de ajuste, são apresentados na Fig. 5.

A função mostrada na Fig. 1 apresentou coeficiente de correlação de Pearson ( $r^2 = 0,9968$ ) extremamente satisfatório para um experimento de caráter didático. A função ajustada é mostrada na Eq. (2):

$$V(u) = a - b \cdot \ln(u + c) \quad (2)$$

em que  $V(u)$  é o valor da voltagem para uma determinada umidade  $u$ , e os parâmetros valem, respectivamente, 0,2035; -1,3812 e -0,8409. A importância da determinação dessa equação está no fato de, em posse desta, sermos capazes de, dado certo valor de leitura de sinal, estimarmos com boa precisão o valor da umidade relativa nessa amostra. Sobre a caracterização da amostra, podemos dizer que essa possuía cor escura, o que indica possível alta concentração de

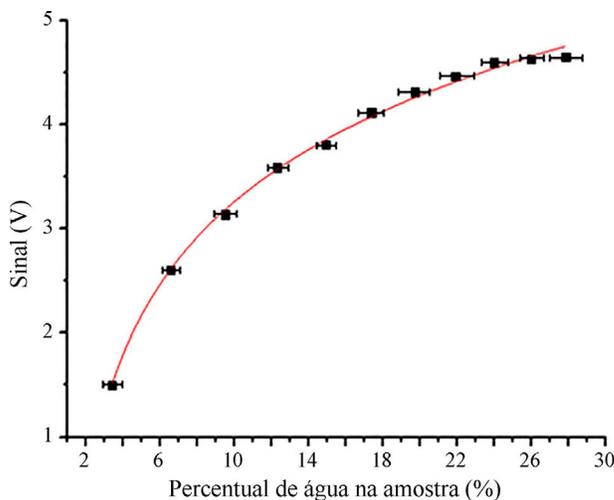


Figura 5 - Dados do sensor e função ajustada para os dados da amostra.

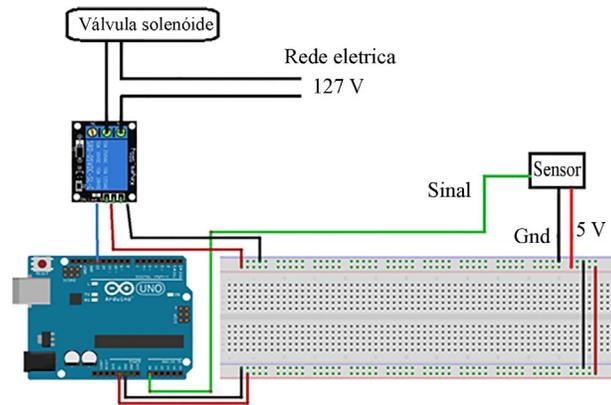


Figura 6 - Esquema do protótipo completo, mostrando as ligações entre Arduino, sensor de umidade e módulo relê.

matéria orgânica. A densidade média da amostra calculada foi de  $0,73 \text{ g/cm}^3$ . Essa amostra foi retirada do local onde o protótipo será instalado.

Vale ressaltar que as medidas foram realizadas com água da chuva, uma vez que a água tratada contém diversos íons, como fluoreto ( $F^-$ ) e cloro ( $Cl^-$ ), que por sua vez conferem à água tratada uma condutibilidade superior ao geralmente medido na água da chuva, que será utilizada na irrigação.

Com o sensor completamente caracterizado, fomos capazes de estipular o teor de água desejado no solo; esse valor serviu de referência para que o Arduino pudesse tomar a decisão de ligar ou desligar a água da irrigação. O esquema completo é mostrado na Fig. 6.

Após realizadas as ligações, a placa foi carregada com o programa mostrado na Fig. 7.

A linha 12 de programação, mostrada na Fig. 7, estabelece o valor-limite de umidade para o acionamento da irrigação. Como podemos ver, o valor estabele-

lecido como ideal (650) equivale, de acordo com a Tabela 1, a aproximadamente 10% de água na amostra; convertendo em volts, esse valor equivale a aproximadamente 3,17 V. Um paralelo interessante que percebemos, na interpretação desse valor, é que ele equivale a 63,4% do valor da voltagem máxima. De forma análoga, sabemos que em sistemas como a descarga de um capacitor, que ocorre de forma exponencial, o valor 63,2% corresponde ao tempo característico, ou constante de tempo. O valor marca o ponto no qual o sistema começa a evoluir de forma mais significativa para o equilíbrio.

A curva de carregamento do capacitor e a variação da leitura medida no sensor apresentam uma relação semelhante, devido ao fato de o sensor em questão ser um sensor capacitivo. A diferença de potencial entre os dois pregos estabelece entre eles um campo elétrico. Dessa forma, inicialmente, quando não há d.d.p. entre os pregos, as leituras apresentam uma variação maior em relação àquelas feitas posterior-

```

1 int sensor = 110;
2 const int rele = 13;
3 void setup()
4 {
5   pinMode(rele, OUTPUT);
6   digitalWrite(rele, LOW);
7   Serial.begin(9600);
8 }
9 void loop(){
10  int leitura = analogRead(sensor);
11  Serial.println(leitura);
12  if (leitura < 650) { //Limite de umidade
13    digitalWrite(rele, HIGH);
14  }
15  else {
16    digitalWrite(rele, LOW);
17  }
18  delay(500);
19 }

```

Figura 7 - Programa utilizado no projeto.

mente ao estabelecimento de um campo elétrico. Por isso, a curva apresenta maior taxa de crescimento inicialmente e, posteriormente, tende a atingir um equilíbrio.

O projeto demonstrou excelente funcionamento nos testes e viabilidade para implementação na horta da escola onde ocorre o projeto de PIBID. Atualmente, a escola encontra-se em fase de aquisição de materiais para implementação. Além disso, o projeto também foi apresentado na feira científica que acontece na instituição de ensino dos alunos envolvidos no projeto.

A Fig. 8a mostra uma foto da apresentação do projeto funcionando na feira; já a Fig. 8b mostra a parte do espaço da horta, na escola estadual, onde o protótipo será instalado.

Essa feira, aberta ao público, tem o objetivo de mostrar projetos de cunho científico realizados por alunos de Ensino Médio, técnico e de graduação da instituição. Sua realização já é bastante conhecida e sua visibilidade, considerável. Mesmo sabendo disso, foi relatado um interesse surpreendente por parte dos visitantes, tanto dos alunos da instituição, quanto da comunidade. Muitos relataram interesse em implementar o projeto em suas casas, apartamentos e/ou áreas de cultivo familiar, justamente pelo baixo custo e pela facilidade que traz para manutenção das plantações. A Fig. 9 mostra a apresentação e a

recepção das pessoas ao projeto.

A resposta dos visitantes da comunidade durante a feira foi extremamente surpreendente; o projeto foi apresentado de maneira simples e didática, de modo que grande parte dos expectado-

**O aspecto mais interessante, no que diz respeito ao aprendizado dos alunos durante o processo, é que a interação entre eles facilitou bastante a compreensão do funcionamento do protótipo e, conseqüentemente, o aprendizado dos conceitos envolvidos em seu funcionamento**

res demonstrou interesse tanto nos princípios de funcionamento do dispositivo quanto em seus detalhes técnicos. Percebemos que o objetivo de incentivar a divulgação de conhecimento científico e tecnológico, proposto pela feira, foi amplamente contemplado durante os dias de apresentação. Colhemos alguns depoimentos dos visitantes e suas impressões sobre o projeto; segue um exemplo:

Visitante 1: “[...]É muito legal esse sistema, se eu comprar as peças será que eu consigo fazer lá na minha casa? É muito difícil?”

Outros comentários similares foram frequentes durante a apresentação, bem como várias indagações sobre o princípio de funcionamento do dispositivo. Percebemos que a apresentação do projeto, além de ter sido grande aprendizado para os participantes, foi uma experiência marcante para vários visitantes, que mostraram grande interesse em aprender mais sobre a física e a eletrônica.

Vale ressaltar aqui que durante a concepção, construção e instalação do



Figura 9 - Projeto em exposição no dia da feira de ciências e recepção do público.

sensor de umidade, vários conteúdos e habilidades foram mobilizados. Durante a concepção do sensor, numa reunião com os alunos, foram levantadas algumas ideias sobre quais seriam os princípios físicos envolvidos no funcionamento do sensor. Nesse debate, foram abordados vários conceitos, como resistência elétrica, capacitância, condutividade, associação de resistores e leitura de sinais elétricos.

O aspecto mais interessante, no que diz respeito ao aprendizado dos alunos durante o processo, é que a interação entre eles facilitou bastante a compreensão do funcionamento do protótipo e, conseqüentemente, o aprendizado dos conceitos envolvidos em seu funcionamento. Isso está exatamente de acordo com a literatura [2], que descreve a interação como uma importante ferramenta no aprendizado. Além disso, uma vez que os alunos compreenderam o que precisava ser feito, houve um grande aprendizado no que diz respeito a habilidades necessárias para a montagem do protótipo, como solda, conexão de componentes e identificação de portas lógicas do Arduino.

## 5. Considerações finais

A experiência de participação do projeto provou ser um grande momento de aprendizado; o envolvimento pessoal dos alunos com o cotidiano escolar, observando de perto a rotina de uma escola, trouxe à tona uma grande vontade de oferecer uma contribuição ao espaço escolar. A horta escolar, cujos alimentos produzidos eram destinados à cantina escolar, constituiu-se em um espaço de zelo pelo espaço comum, bem como de conscientização da conservação patrimonial e do trabalho em conjunto.

O surgimento da ideia da automação enriqueceu demais as atividades de pesquisa dos alunos, desencadeando a



Figura 8 - À esquerda (a), o projeto no dia da feira de ciências; à direita (b), a horta onde o sistema será instalado.

construção de um protótipo de grande funcionalidade e de baixo custo. Os testes do sensor demonstraram um grande potencial para sua utilização, bem como a própria experiência de construção exigiu bastante pesquisa e dedicação por parte dos alunos, que demonstraram empenho na aquisição de conhecimentos tanto de eletrônica quanto de física. Os alunos tiveram que mobilizar e/ou desenvolver habilidades de interpretação de circuitos, manuseio

de componentes eletrônicos, programação, interpretação de grandezas físicas, coleta de dados e modelagem matemática, entre outras.

A experiência culminou na apresentação do projeto na feira científica da instituição, gerando um grande interesse por parte dos visitantes da feira. Também nessa ocasião, os alunos tiveram que mobilizar habilidades de comunicação, essenciais aos futuros professores, para explicar aos vários tipos

de público o funcionamento do protótipo. Percebe-se que a integração entre os conhecimentos teóricos e práticos mostrou-se realmente presente durante o desenvolvimento de todo o trabalho. O próximo passo da ação de pesquisa também já está em curso: a implementação do dispositivo na horta escolar em que os alunos trabalham.

Recebido em: 7 de Dezembro de 2020  
Aceito em: 29 de Janeiro de 2021

## Referências

- [1] M.J.C. Souza, O Arduino e o Visual Basic Como Recursos Didáticos na Prática Experimental para o Ensino de Eletrostática e Primeira Lei de Ohm. Dissertação de Mestrado U.F. Alagoas, 2017.
- [2] R.B. Barbosa, I.L. Batista, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências **18**, 258 (2018).
- [3] A.L. Azevedo, A.K.S. Souza, T.J. Castro, Revista Brasileira de Ensino de Física **41**, e20180349 (2019).
- [4] L.G. Souza, L.R. Santiago, V.L.B. Jesus, Revista Brasileira de Ensino de Física **41**, e20190070 (2019).
- [5] T.R. Barros, W.S. Dias, Revista Brasileira de Ensino de Física **41**, e20190049 (2019).
- [6] H. Bonadiman, S.E.B. Nonenmacher, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **24**, 210 (2007).
- [7] A.I. Vannucchi, História e Filosofia da Ciência: Da Teoria para a Sala de Aula. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, 1996.
- [8] C.A. Martinazzo, D.S. Trentin, D. Ferrari, M.M. Piaia, Revista Perspectiva **38**, 43, (2014).
- [9] J.R. de Oliveira, R. Lopes, J.R.A. Milton, V.H. Barbosa, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **33**, 306, (2016).
- [10] M.V. Pereira, M.C. do Amaral Moreira, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **34**, 265, (2017).
- [11] F. Rezende, A.M. de Almeida Lopes, E.G.G. Jeanine Maria, Ciência & Educação (Bauru) **10**, 185, (2004).
- [12] T. D. Admiral, Revista Brasileira de Ensino de Física **42**, e20200139 (2020).
- [13] L.B. Santos, Sistema Automatizado para Controle de Umidade e Temperatura em Cultura de Morangos Aplicados aos Pequenos Produtores. Trabalho de Conclusão de Curso, UniCEUB, 2014.
- [14] J.J. Pinto, M.A.V. Boas, V.F. Silveira, Comportamento do Sensor de Umidade do Solo com Arduino em Latossolo Vermelho Distroférico Típico. Resumo Expandido, SEAGRO, Santa Maria, 2018.
- [15] F.A.M. Cássaro, J.A.T. Oliveira, H. Cruz, L.F. Pires, Revista Brasileira de Ensino de Física **42**, e20190130 (2020).