



# Conteúdo interdisciplinar para aprendizagem de conceitos físicos relativos a eletricidade

Interdisciplinary content for learning basic concepts related to electricity

B. Cordeiro-Costa<sup>\*1</sup>, I.P. Dias<sup>1</sup>, P.M. Suzuki<sup>1</sup>, I.S. Almeida<sup>1</sup>, J.F. de Almeida<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Ciberespacial, Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, Brasil

Recebido em 25 de Agosto, 2016. Revisado em 07 de Outubro, 2016. Aceito em 12 de Outubro, 2016.

Apresenta-se uma proposta de ensino da eletricidade, por meio da aplicação de seus conceitos em conteúdos curriculares de aprendizagem das ciências agrárias. Com esse intuito, nesse trabalho, utilizou-se uma caixa contendo amostra de solo, no qual foram introduzidas uma população de minhocas da espécie californiana vermelha. Com isso, usou-se uma fonte variável de tensão AC e uma bateria de 12VDC, cuja finalidade foi produzir corrente elétrica na amostra de solo contido na caixa e, portanto, submeter a população de minhocas aos efeitos da passagem de eletricidade em seus corpos. Verificou-se que 50% da população é extraída ao se atingir 100 Volts, em 60 Hz. Com o uso dessa técnica procurou-se não ultrapassar esse limite para se manter o índice 100% de sobrevivência dos indivíduos. Dessa forma, objetiva-se destacar a potencialidade de conteúdos para aprendizagem de conceitos físicos, articulados em laboratório de ensino física com aporte em temas interdisciplinares relacionados ao estudo da eletricidade nas ciências agrárias.

**Palavras-chave:** ciências agrárias, fauna do solo, física aplicada, interdisciplinaridade

We present a proposal of electricity teaching through application its concepts with the curriculum contents of agricultural sciences learning. Indeed, in this work is used a box containing soil sample inside, in which was introduced red Californian earthworm population. Therefore, are used a source of AC voltage and 12VDC battery, producing electricity in soil and then in the earthworm's body. It was found that 50% of the population is extracted when reaching 100 volts, 60 Hz. By using this technique we tried to not exceed this limit to maintain the 100% survival rate of individuals. In doing so, the purpose of this article is to highlight the potential contents for learning physical concepts, articulated in physics teaching laboratory with investments in interdisciplinary topics related to the study of electricity applied in the agricultural sciences.

**Keywords:** agricultural sciences, applied physics, interdisciplinarity, soil fauna

## 1. Introdução

É comum em cursos de graduação das ciências agrárias que o tema eletricidade seja ensinado sem qualquer vínculo com práticas experimentais. Dessa maneira, não existe preocupação em visualizar sob quais circunstâncias um determinado conceito pode ser empregado, pois o trabalho de sala de aula é sempre baseado na matemática que reveste seu problema. Assim, os resultados são obtidos sem a devida observação, interpretação e compreensão do que ocorre fisicamente. Portanto, nesses cursos o

ensino de conceitos ligados a eletricidade é exercido puramente por aulas teóricas e cujo foco está na resolução de problemas totalmente desprovidos da prática, em sua área de atuação.

Considere-se a sensação do efeito da temperatura [1] sobre o corpo humano ou ainda os efeitos da eletricidade. Nota-se que esses estímulos já estão predefinidos na mente de cada aluno que ingressa em uma Universidade. Isso faz parte do senso comum aprendido até a idade pré-universitária. Contudo, a maneira teórica pela qual esses assuntos são ensinados, não permite reflexão diante de suas aplicabilidades.

\*Endereço de correspondência: [biacordeirocosta@gmail.com](mailto:biacordeirocosta@gmail.com).

Nas ciências agrárias, essa abordagem não desperta nenhum interesse no alunado, pois suas sensações aprendidas não ressonam com o modelo ensinado [2, 3], tornando-se uma aula cuja presença se faz somente para não levar faltas – mais uma espécie de obrigação do que uma atividade de contribuição ao que se espera como ensino/aprendizagem. Por isso, é importante buscar formas alternativas para que esse quadro se reverta.

Entre as diversas formas de repasse de conhecimento, atualmente, discute-se a inter/transdisciplinaridade nas Universidades [1, 3]. Particularmente, o ensino de física é privilegiado por conter uma diversidade de temas que podem ser desenvolvidos de forma interdisciplinar. Cabe assim, a perspicácia de se trabalhar conteúdos norteadores para este tipo de abordagem. Com esse propósito, o trabalho descrito nesse texto surgiu dessa necessidade, mostrando-se perfeitamente adequado a uma proposta pedagógica desse tipo, pois considera-se a utilização de equipamentos não tão sofisticados, usualmente disponíveis em laboratório de ensino de física.

Assim, este trabalho descreve um experimento com uso de eletricidade propagando no solo. Portanto, tem finalidade didática e apresenta subsídios para uma exploração mais abrangente dos conceitos físicos da eletricidade, através de um recorte interdisciplinar com as ciências agrárias. Nesta atividade, com a participação de alunos, propõe-se submeter uma população de minhocas aos efeitos da corrente elétrica e observar seu comportamento na interação com choque elétrico. São feitos testes com diferentes equipamentos – terrômetro, bateria 12VDC e fonte variável de tensão AC. Vale ressaltar que, essa ação objetiva, ainda, despertar interesse do alunado na verificação da qualidade do solo, em termos de disponibilidade de nutrientes, a partir da presença de minhocas como bioindicadoras [47]. De fato, o trabalho visa o ensino e a aprendizagem de conceitos teorizados, partindo-se da aplicação prática destes conteúdos correlatos a estudos dentro da área de interesse desse alunado, no caso, alunos dos cursos das ciências agrárias.

## 2. Procedimento experimental

O experimento descrito nesse trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Sistemas Ciberfísicos da Universidade Federal Rural da Amazônia. Cada etapa contou com a participação de alunos do curso

de engenharia florestal. Todos os procedimentos de medições e manuseio de equipamentos foram realizados por eles, a partir de um roteiro que segue a mesma descrição dessa metodologia. Para isso, foram utilizados os seguintes materiais:

1. Caixa de madeira;
2. Amostra de solo retirada sem deformação de suas propriedades físicas originais;
3. Lâminas metálicas de alumínio;
4. Bateria 12VDC;
5. Fonte variável de tensão AC;
6. Terrômetro;
7. Osciloscópio;
8. Multiteste;
9. Minhocas.

Inicialmente, para a montagem do experimento, usou-se uma caixa de madeira de fácil aquisição, pois foi obtida entre materiais descartados, similar a esses que são jogados fora todos os dias nas Universidades. Suas dimensões são: 0,70 m de comprimento, por 0,50 m de largura e 0,40 m de altura.

No interior da caixa, foi depositado um bloco monolítico, de uma amostra de solo e onde será introduzida uma população de minhocas, cobaias desse experimento. Essa amostra foi retirada de uma área degradada, pertencente a Universidade e recolhida com uso de uma escavadeira. A partir disso, o bloco foi moldado, durante a montagem da caixa, para caber em perfeito ajuste em seu interior. Por fim, a caixa foi transportada para o laboratório e não foi observado a presença de minhocas durante todo esse processo. Vale destacar que essa amostra foi obtida no início do verão amazônico, no período compreendido entre Agosto e Setembro – período em que o solo já se apresenta com umidade relativamente baixa em seu interior.

Ainda, no interior da caixa de madeira, além da amostra de solo, foram fixadas duas lâminas planas de alumínio. Nessas lâminas metálicas (0,50 x 0,40 m) – posicionadas nas duas faces internas de menor área, considerando-se o maior comprimento de distância entre elas – foram mantidos os eletrodos.

Selecionou-se 25 minhocas vermelhas da Califórnia (*Eisenia foetida*). Esses indivíduos tiveram como procedência o Instituto de Ciências Agrárias do campus da UFRA de Castanhal/PA. Depois de selecionados entre jovens e adultos, foram espalhados, aproximadamente a 10 cm abaixo da superfície da amostra de solo. Para esse experimento, o solo sobreposto

as minhocas foi previamente manuseado, de forma a permitir melhor locomoção dos indivíduos. Esse procedimento não interfere nos resultados, uma vez que, como já observado, a finalidade de todo esse experimento é de cunho didático, sem os rigores de uma pesquisa mais aprofundada sobre a fauna do solo. Vale como observação, o fato de se usar uma espécie exótica, por questões de facilitar o experimento, utilizando-se uma espécie de fácil aquisição. Mas nada invalida a possibilidade de se tratar com espécies nativas e partir para uma interação envolvendo atividades de pesquisa na pós-graduação.

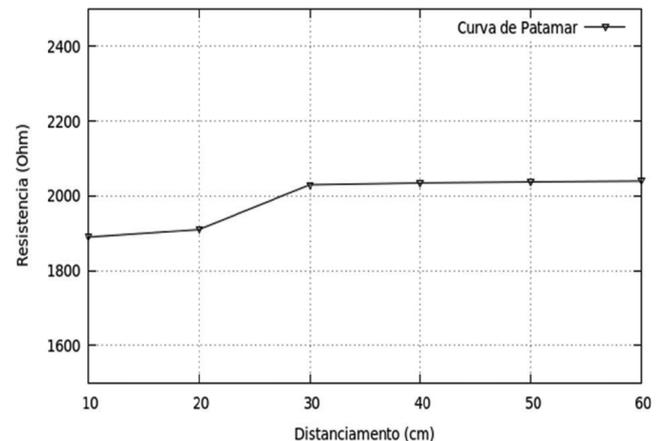
Os equipamentos de fonte de tensão utilizados foram: uma bateria 12VDC, um terrômetro e uma fonte variável de tensão AC de 60 Hz, além de aparelhos de multiteste e osciloscópio, para a medição dos valores de corrente, frequência e resistência. Com isso, foram feitos experimentos, com cada equipamento separadamente.

A partir do solo contendo minhocas, ao longo da caixa, fez-se as conexões elétricas. Dessa forma, os eletrodos foram conectados nas lâminas metálicas e os testes seguiram-se, inicialmente, com o terrômetro, a seguir com uma bateria 12VDC e, por fim, com a fonte variável de tensão AC em 60 Hz. Os dois primeiros experimentos foram testados numa média de tempo de 30 minutos, já o último, em cerca de 1 hora e 30 minutos. Contudo, deve-se observar que alguns parâmetros – tal como a resistência – relacionados ao comportamento elétrico da amostra de solo foram, também, medidos. De fato, estes parâmetros são importantes para entender alguns dos resultados obtidos.

### 3. Resultados

A resistência do solo foi obtida com auxílio de um terrômetro digital, modelo MTD – 20Kwe. A curva de patamar indica um valor médio de  $2k\Omega$  (Fig. 1). Essas medidas foram feitas entre as duas placas metálicas, usando-se espaçamentos de 0,10 m, a partir de uma das faces laminadas. Vale dizer que, embora o uso desse equipamento disponibilize corrente elétrica na amostra, não houve movimentação de qualquer indivíduo na superfície, apesar de gerar 40VDC.

Com relação à utilização de uma bateria de 12 V, a amostra foi submetida a essa tensão DC por um tempo de 30 minutos. A corrente medida no solo com um multiteste, cujo valor médio de resistência é de

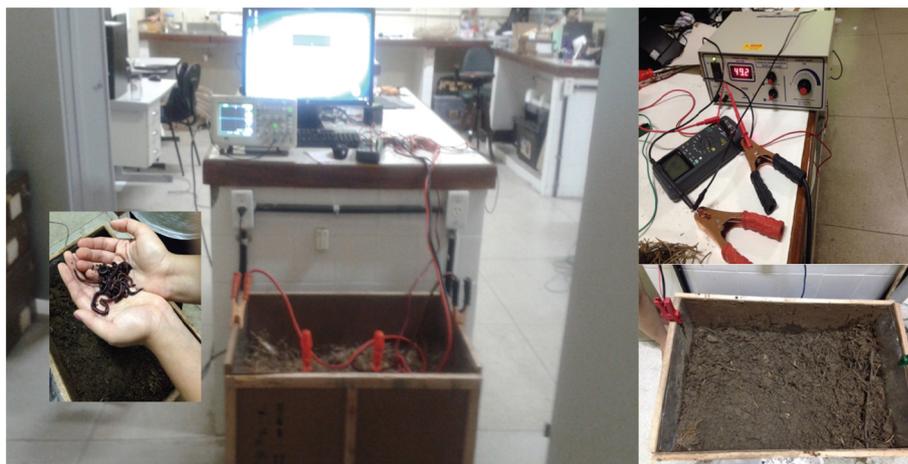


**Figura 1:** Diagrama do patamar de resistência da amostra de solo tomada para esse experimento.

$2k\Omega$  (Fig. 1), foi de aproximadamente 6 mA. Embora alguns relatos de experimentos na literatura técnico-científica indiquem a possibilidade de estímulos em indivíduos que emergem do solo para a superfície [6], isso não foi verificado. Ou seja, nessas condições de solo com baixa umidade a corrente DC, gerada por uma bateria de 12VDC, não é suficiente para provocar estímulos nas minhocas jovens e nem nas adultas. Outrossim, pode-se encontrar publicações que apresentam a mesma faixa de tensão, em regime alternado, que será utilizada no decorrer do experimento [7, 8]. A Fig. 2 mostra uma composição de imagens feitas durante o experimento.

Para o experimento, utilizou-se uma fonte de tensão alternada, com frequência em 60 Hz, com isso, fez-se testes, considerando-se as variações de tensão no intervalo entre 12V e 100V. Para o caso de 100V AC, a corrente medida na saída da fonte foi de 50 mA. Note-se que esse valor medido da corrente, mostra-se perfeitamente compatível com o que se esperava em termos de resistência do solo – valor médio  $2k\Omega$  da curva de patamar da Fig. 1. Outro detalhe a ser levado em consideração, diz respeito as medidas das variações de tensão no interior da caixa, ou seja, foram feitas de 10 em 10 Volts, em intervalos de 10 minutos para cada medida.

A primeira observação de um indivíduo exposto à superfície ocorreu em 80 V. Em 100 V, cerca de 50% da população de Oligochetas emergiu. Um detalhe que se observou é o fato de todas as minhocas expostas na superfície, alinharem-se na direção paralela às placas em pontos distintos sobre a amostra de solo. Por outro lado, quando uma das minhocas foi manualmente colocada na mesma direção da pas-



**Figura 2:** Composição de imagens do experimento.

sagem de corrente, observou-se contração seguida de pequenos saltos, até que voltasse rapidamente a se acomodar, esticada, na direção paralela às placas. Essa experimentação foi realizada com várias minhocas diferentes e todas se comportaram da mesma maneira, numa atitude de minimizar o choque elétrico causado pela passagem da corrente no comprimento longitudinal de seus corpos.

#### 4. Considerações sobre a proposta

Nesse trabalho, a corrente elétrica, a resistência e a tensão, ou seja, a lei de Ohm foi medida e observado seus efeitos na fauna do solo. Além disso, usou-se corrente alternada, o que amplia o nível de discussão na didática de ensino de física sobre o tema eletricidade. Quando utilizada no solo, pode provocar sensação de choque elétrico nas espécies animais que ali vivem. Com isso, objetivou-se criar metodologias atraentes para o emprego de conceitos sempre vistos em sala de aula, mas com uso de fórmulas matemáticas. Ademais, tal sistemática fornece subsídios para a elaboração e o desenvolvimento de materiais didáticos que possam ser usados como técnicas experimentais e, assim, oferecer conteúdo ao desenvolvimento de propostas para atividades interdisciplinares. Entre os exemplos que podem ser abordados durante essas práticas estão: a resistência do solo; a produtividade de humos a partir da avaliação e extração de população de minhocas; a fertilidade natural de áreas de produtividade agrícola, entre outras.

Como ponto de partida para acompanhamento da aprendizagem, foi desenvolvido um material didático. Para isto, levou-se em conta o entendimento dos alu-

nos sobre os seguintes conceitos: resistência, tensão, corrente elétrica, e sua abordagem na lei de Ohm para sistemas resistivos. Da mesma forma que, a corrente alternada propagando no solo, submetida a uma frequência de oscilação. Para garantir que esse acompanhamento fosse sustentado por literatura especializada nesse assunto, foram estabelecidos os resultados de aprendizagem esperados, para o estudo da eletricidade e em termos de similaridade de propostas, os mesmos critérios descritos na proposta realizada em [9].

Outro trabalho que serviu de base para o roteiro de acompanhamento de aprendizagem aqui utilizado, está descrito em [10]. Contudo, no desenvolvimento da proposta, aqui apresentada, foram feitos: Um trabalho experimental, com alunos da Iniciação Científica; Aulas expositivas, com uso de Slides, mostrando os passos dessa aplicação, como aulas prévias a ida ao laboratório; E, a versão experimental, com uso de equipamentos em laboratório, porém sem a utilização de minhocas. Tanto as aulas expositivas de sala de aula, quanto as aulas de laboratório, foram oferecidas para grupos de alunos, organizados em equipe, das duas turmas de primeiro ano de engenharia florestal, na disciplina de física geral, tópico de eletricidade.

Em síntese, aponta-se algumas questões, relacionadas com os resultados de aprendizagem esperados. Para corrente contínua no solo: Identificar e avaliar a resistência do solo; Identificar e avaliar a resistividade do solo; Determinação da corrente elétrica com uso de amperímetro. Para corrente alternada no solo: Identificar e avaliar a tensão do solo; Medir a corrente elétrica alternada e sua frequência de oscilação com uso de um osciloscópio.

Seguindo a mesma metodologia que foi aplicada em [10], foram criados dois questionários, um sobre circuitos em regime de corrente contínua e outro em regime de corrente alternada. As respostas dos alunos a esses questionários foram categorizadas e passadas pelos autores desse trabalho para que o professor da disciplina os adequasse aos conteúdos trabalhados em sala de aula. Para agilizar esse processo, os questionários foram disponibilizados online, facilitando a consulta e organização das respostas.

Os alunos deviam responder aos questionários com prazo mínimo de 1 dia antes do início da aula. Da mesma forma, também enfatizou-se que não deveriam consultar qualquer material para que as suas respostas aos questionários evidenciassem seus conhecimentos prévios, entretanto, também não se teve como garantir que não tenham consultado algum material. Devido se tratar com alunos do primeiro ano, um material descrito na forma de relatório do experimento, baseado nesse texto, foi disponibilizado para leitura, a esses alunos. Contudo, tomou-se o cuidado para que essa leitura não interferisse nos objetivos dos questionários, causando assim um mascaramento das dificuldades de aprendizagem remanescentes acerca dos conceitos relativos a eletricidade.

A partir dessa atividade de consulta, percebeu-se a adesão desse público, possibilitando mostrar a física com outro viés. Dessa forma, também foi observado que, entre os 100% dos participantes, não se mostraram com atitudes de rejeição. Pelo contrário, houve participação e empenho, mesmo aqueles que nunca antes tiveram contato com um equipamento, do tipo fonte de tensão AC ou um terrômetro, logo aprenderam a manusear, como o faria qualquer aluno de física.

Essa formulação experimental permite, ainda, uma abordagem eminentemente interdisciplinar. Embora tenha sido feita com o uso de minhocas, antes de tudo, tomou-se o cuidado de trazer amostra de solo preservando suas características, ou seja, com as mesmas propriedades da área que foi retirada. Com isso, é possível medir valores como a admitância deste solo e, assim, medir sua condutividade [11]. Essas medidas obtidas na prática tem valor de importância para a avaliação de concentração de elementos químicos no solo [12, 13]. Isto permite em trabalhos futuros, desenvolver outros roteiros de propostas de conteúdo didático aplicado.

## 5. Conclusões

Este trabalho apresentou uma proposta de prática de ensino da física, voltada principalmente aos cursos das ciências agrárias. Objetivou-se fazer com que o primeiro contato dos alunos, com a disciplina, deva ser o de contribuir com uma parcela de motivação em suas escolhas acadêmica. De certa forma, é de praxe que alunos ao ingressam nas Universidades apresentem algumas dificuldades na aprendizagem de conceitos básicos da física, o que também é consenso entre os professores de matemática. Todavia, visando suprir e conciliar essas duas necessidades, ou seja, motivação e dificuldades, esse artigo tratou da formulação de um tema, cujo foco está relacionado aos conceitos da eletricidade, no sentido de direcionar o ensino de física conforme a necessidade do curso, isto é, fazer a física aplicada. De uma forma geral, apresentou-se um experimento, o qual foi usado como material didático, durante algumas aulas de física básica, do curso de graduação em engenharia florestal da Universidade Federal Rural da Amazônia e mostrou-se perfeitamente adequado as discussões sobre tensão, corrente elétrica e a lei de Ohm, seus efeitos relacionados ao solo e a sua interação com a fauna.

## Referências

- [1] C.R. Mattos e A.V.N. Drummond, *Cad. Bras. Ens. Fís.* **21**, 7 (2004).
- [2] C.R. Matos, in: *Cadernos sobre Ensino de Conceitos em Física IV*, organizado por A.I. Hamburger (Publicações IFUSP, São Paulo, 1991).
- [3] A.B. Nassar, J.F. Almeida e J.M. Bassalo, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **30**, 1307 (2008).
- [4] M.M. Andréa, *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.) Número Especial **2**, 95 (2010).
- [5] M.J. Moraes, D. Oliveira Filho, J.H. Martins e L.C. Santos, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* **16**, 1137 (2012).
- [6] P.T.M. Azevedo, G.G. Brown, D. Baretta, A. Pasini y D.H. Nunes, *Acta Zoológica Mexicana* Número Especial **2**, 79 (2010).
- [7] O. Schmidt, *Ann. Appl. Biol* **138**, 2 (2001).
- [8] S.L. Weyers, H.H. Schomberg, P.F. Hendrix, K.A. Spokas and D.M. Endale, *Applied Engineering in Agriculture* **24**, 3 (2008).
- [9] P.F.T. Dorneles, *Integração entre Atividades Computacionais e Experimentais como Recurso Instrucional no Ensino de Eletromagnetismo em Física Geral*. Tese de Doutorado, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

- [10] B. Dröse Neto, *Aprendizagem de Conceitos Físicos Relacionados com Circuitos Elétricos em Regime de Corrente Alternada com Uso da Placa Arduino*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- [11] J.P. Molin e M.R. Ladislau, *Agricultural Engineering Journal* **31**, 90 (2011).
- [12] T.M. Andrade Neto and E.F. Coelho, *Water Resources and Irrigation Management* **3**, 13 (2014).
- [13] G.S. Santana, E.F. Coelho, T.M. Silva e M.M. Ramos, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* **11**, 2 (2007).