

**DESENVOLVIMENTO DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL DE
BAIXO CUSTO PARA O ESTUDO DAS SUPERFÍCIES
EQUIPOTENCIAIS ENTRE PLACAS PLANAS E PARALELAS
APLICADA EM TURMAS DE ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA
PÚBLICA FEDERAL ATENDIDA PELO PROGRAMA
INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA**

Gregory Beilner¹ e Fábio Muchenski²

1. Instituto Federal Catarinense – campus Concórdia. Bolsista Pibid.
2. Instituto Federal Catarinense – campus Concórdia. Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico. Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais.

Resumo: O presente trabalho é um relato de experiência da aplicação de uma atividade experimental sobre potencial elétrico, superfícies equipotenciais e campo elétrico utilizando placas planas e paralelas carregadas. O experimento foi desenvolvido com duas turmas de Ensino Médio do Instituto Federal Catarinense – Câmpus Concórdia (IFC). Uma das turmas era do curso técnico em Agropecuária Integrado ao ensino médio e a outra do curso técnico em Alimentos Integrado ao ensino médio. Ao todo participaram 56 alunos, 24 da primeira turma e 32 da segunda. O trabalho foi desenvolvido no laboratório de Física do IFC pelo bolsista do Pibid do subprojeto de Física e sob a supervisão do professor regente. Os alunos foram separados em até 6 grupos de no máximo 6 alunos. O aparato experimental consistiu em utilizar uma fonte de tensão, um recipiente de plástico contendo água, um voltímetro e placas planas e paralelas. Estas últimas foram fixadas na parte inferior de cada recipiente. Na base do recipiente, pelo lado de fora, ficava uma folha contendo pontos sobre linhas. O aluno necessitava colocar a ponta do voltímetro sobre os pontos e verificar o valor do potencial elétrico. Foi entregue aos alunos um roteiro que continha questões discursivas sobre os assuntos propostos. Após a coleta de dados, os alunos construíram um gráfico do potencial elétrico em função da distância. Após a aplicação da atividade, verificou-se que a maioria dos alunos compreendeu que existia um campo elétrico estabelecido entre as placas. Os alunos conseguiram, a partir do gráfico, encontrar a tangente ao ângulo formado na relação entre o potencial elétrico e a distância entre as placas (campo elétrico). Além disso, conseguiram perceber que cada linha representava uma superfície equipotencial.

Palavras-chave: Superfícies Equipotenciais, Experimentação, Metodologias de Ensino de Física.

DEVELOPMENT OF A LOW-COST EXPERIMENTAL ACTIVITY FOR THE STUDY OF EQUIPOTENTIAL SURFACES BETWEEN FLAT PLATES APPLIED IN TWO HIGH SCHOOL CLASSES OF A FEDERAL PUBLIC SCHOOL ATTENDED BY PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA

Abstract: This work is a report of an experience's application of an experimental activity about electric potential, equipotential surfaces and electric field using flat parallel plates charged. The experiment was conducted with two high school classes from the Instituto Federal de Santa Catarina - Campus Concórdia (IFC). One of the classes was the Curso técnico em Agropecuária Integrado ao ensino médio and the other the Curso técnico em Alimentos Integrado ao ensino médio. Altogether 56 students took part, 24 first class and 32 second. The work was developed in IFC's physics lab at Scholar Pibid subproject of Physics and under the supervision of the regent teacher. Students were divided into 6 groups with at maximum 6 students. The experimental apparatus consisted in using a voltage source, a plastic vessel containing water, a voltmeter and flat parallel plates. The latter were fixed at the bottom of each container. At the base of the container from the outside, a sheet containing spots over lines. The student needed to place the tip of the voltmeter on the points and check the value of the electric potential. It delivered to the students a roadmap containing essay questions on the proposed issues. After collecting data, students built an electric potential of the graphic depending on the distance. After the application activity, were verified that most learners understood that there was an electric field established between the plates. The students failed, from the graphic, to find the tangent of angle formed of the relationship between electrical potential and the distance between the plates (electric field). In addition, they managed to realize that each line represents an equipotential surface.

Keywords: Equipotentials Surfaces, Experimentation, Physics Teaching Methodologies.

Introdução

Atualmente, uma das maiores dificuldades dos professores de Física no Brasil é encontrar tempo para realizar atividades experimentais em sala de aula. As justificativas, em sua maior parte, convergem na falta de tempo. Normalmente, a grade curricular das escolas públicas reservam poucas horas semanais para que se possam trabalhar os conteúdos. O mais comum é que os alunos tenham dois encontros semanais para ver um sem número de conteúdos de Física.

Por outro lado, tratando-se da Física uma disciplina essencialmente experimental, é inimaginável realizar um curso, seja ele de Ensino Médio ou de outro nível de ensino, sem realizar atividades experimentais.

Sabe-se que a infraestrutura das escolas brasileiras é bastante precária. As escolas carecem de recursos financeiros para que possam se equipar. Nesse sentido, o professor necessita buscar alternativas viáveis caso queira apresentar aos alunos o caráter experimental da Física.

Neste trabalho foram utilizados materiais que podem ser obtidos, em sua maior parte, de forma fácil no comércio. Este é um importante critério para aquele professor que deseja realizar atividades experimentais quando não possui um laboratório equipado para isso.

Essa atividade foi preparada para cumprir com um dos itens do plano de trabalho do projeto do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência) de Física desenvolvido nas dependências do Instituto Federal Catarinense – Câmpus Concórdia. O PIBID vem se mostrando um programa muito importante para as Licenciaturas. Normalmente os acadêmicos só tinham contato com a profissão quando realizavam o estágio curricular obrigatório nos últimos semestres do curso. Através do PIBID, o acadêmico pode ter o contato com a sala de aula desde o início da graduação. Espera-se que, com o PIBID, o nível de evasão nos cursos de Licenciatura do país possa ser reduzido, pois o PIBID permite que acadêmicos de baixa renda possam permanecer no curso sem necessitar abandoná-lo para ter que trabalhar.

Por vezes, o ensino de Física nos meios acadêmicos vem sendo muito discutido durante os últimos anos. Um tema dessa discussão é a metodologia utilizada pelo professor quando trabalha o conteúdo. Para ele é dificultoso prender a atenção dos alunos durante a aula, que requer interpretação e muita abstração.

Procurando uma forma de prender a atenção do aluno e buscar sua interação junto à aula, decidiu-se utilizar a experimentação no estudo de potenciais elétricos, conteúdo esse visto normalmente no terceiro ano do Ensino Médio (EM).

Essa metodologia foi trabalhada com materiais de baixo custo, em que o próprio aluno pode construir seu experimento, colocando em prática aquilo que lhe é transmitido em sala. Durante essa etapa o educando passa a aplicar a teoria, tornando assim, a aprendizagem mais significativa. O aluno traz consigo um conhecimento prévio, que muitas vezes é empírico, e esse conhecimento não é científico. Para

transformar esse conhecimento prévio em científico, necessita-se que ele interprete de forma correta o fenômeno observado. Para que isso ocorra, é preciso que o aprendiz entre em conflito com suas ideias, conflito esse que se propõem a partir da experimentação.

Utilizando de tal metodologia é possível que o aluno desenvolva uma aprendizagem significativa. “As ideias alternativas das crianças e adolescentes teriam sua origem na linguagem e em outras representações simbólicas disponíveis na cultura cotidiana” (MORTIMER, 1995).

A atividade experimental é de grande valia para o processo de ensino aprendizagem, proporcionando ao aluno interagir no decorrer da aula. Esse contato permite que o discente contextualize a teoria com o trabalho lúdico.

O desenvolvimento de atividades com materiais de baixo custo vêm sendo comumente inserido nas oficinas de estágio Pimenta e Lima (2011) e pelo PIBID no subprojeto de Física do IFC - Campus Concórdia. O objetivo do material de baixo custo é auxiliar os alunos no desempenho de suas atividades em sala de aula. Muitas vezes as oficinas têm sido utilizadas como cursos e obras sociais nas redes de ensino.

De acordo com Silva (2013) “[...] pode-se dizer que, por intermédio das atividades experimentais, o sujeito se vê desafiado a buscar soluções para questionamentos que lhe são lançados”, assim contribuindo para seu aprendizado científico. A autora também ressalta que só existe a validação dessa metodologia de ensino de houver um desequilíbrio cognitivo no aluno.

David Ausubel acreditava já em 1963 que o conhecimento prévio é, isoladamente, a variável que mais influência a aprendizagem. Ou seja, só se pode aprender a partir daquilo que já se conhece. Hoje, todos reconhecem que nossa mente é conservadora, aprende-se a partir do que já se tem na nossa estrutura cognitiva (MOREIRA, 2011, p. 225).

Como é de costume ser trabalhado o conteúdo de eletrostática no primeiro semestre do ano letivo da terceira série do Ensino Médio, escolheu-se por trabalhar o comportamento do campo elétrico entre placas paralelas. Esse conceito de campo

elétrico é definido por Martini et al. (2013) como sendo uma carga elétrica em uma região do espaço que fica sujeita a uma força de atração ou de repulsão. Além do conteúdo supracitado, também foram investigadas as superfícies equipotenciais existentes entre as placas planas e paralelas carregadas em um campo elétrico uniforme.

Juntamente com os métodos de ensino aparece a avaliação, caracterizada como um dos principais desafios para o professor, é preciso atribuir ao aluno uma nota pelo rendimento nas atividades propostas.

Nesse caso, a avaliação da atividade tem como principal objetivo facilitar a aprendizagem dos discentes por meio de uma atividade lúdica. A avaliação feita pelo professor é crítica, pois depende do que será avaliado.

Toda avaliação depende de decisões a respeito do que avaliar, de como avaliar e para que avaliar, o que não está dado antes do processo de ensino/aprendizagem. O acordo desenvolvido por alunos e professores em torno dos objetivos da disciplina, o trabalho para sua consecução ao longo do curso e a definição de papéis de cada um durante a convivência, dão legitimidade e objetivam o processo avaliativo (SILVA; MORADILLO, 2002, p. 10)

A atribuição de uma nota em um trabalho é complexa já que dependem de quão correta está a resposta, e principalmente como se avalia um grupo de alunos.

É importante compreender de antemão as ações pedagógicas que norteiam o trabalho do educador. Como também conceitua Luckesi (2011), o ponto de partida de qualquer ação é saber aonde se quer chegar. Ou seja, que resultados querem ser obtidos? É fundamental investigar as atividades propostas e intervir quando for necessário. Por isso, uma atividade experimental acaba permitindo um trabalho que retoma conceitos e pode até aprofundá-los. Durante a atividade experimental com um roteiro mais aberto, o educando pode refletir sobre o que está fazendo. Pois não basta simplesmente chegar a uma resposta, mas sim compreendê-la.

Materiais e Métodos

A aplicação da oficina ocorreu em duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio Técnico: uma do Técnico em Agropecuária Integrada ao Ensino Médio, e outra do Técnico em Alimentos Integrada ao Ensino Médio. Ambas do Instituto Federal Catarinense, localizadas no Câmpus Concórdia. A atividade desenvolvida serviu como apoio no conteúdo de potencial elétrico, pois é um conteúdo abstrato, e que deve ser visto antes de ser dado início a eletrodinâmica. Dentro do tema potencial elétrico, foi abordado o subtema superfícies equipotenciais e também o conteúdo campo elétrico uniforme.

Para elaboração da atividade, disponibilizou-se dos materiais apresentados na tabela 1. A oficina foi construída com materiais de baixo custo, mostrando aos alunos que é possível desenvolver atividades experimentais com equipamentos alternativos e obter resultados satisfatórios.

Tabela 1. Lista de materiais utilizados.

N.º	Quantidade	Especificação	Origem
01	6	Fontes de tensão	Laboratório de Física
02	6	Multímetros	Laboratório de Física
03	6	Recipientes isolantes	Disponibilizado pelo estagiário
04	12	Lâminas de alumínio	Disponibilizado pelo estagiário

A fim de maior segurança, a montagem do material e calibração dos voltímetros foi feita pelo bolsista, pois envolvia materiais elétricos.

A superfície da bandeja era caracterizada por pontos distintos, onde os alunos verificavam o potencial no ponto através da utilização dos contatos do voltímetro. A figura 1 esboça a disposição de pontos cujos potenciais deveriam ser verificados.

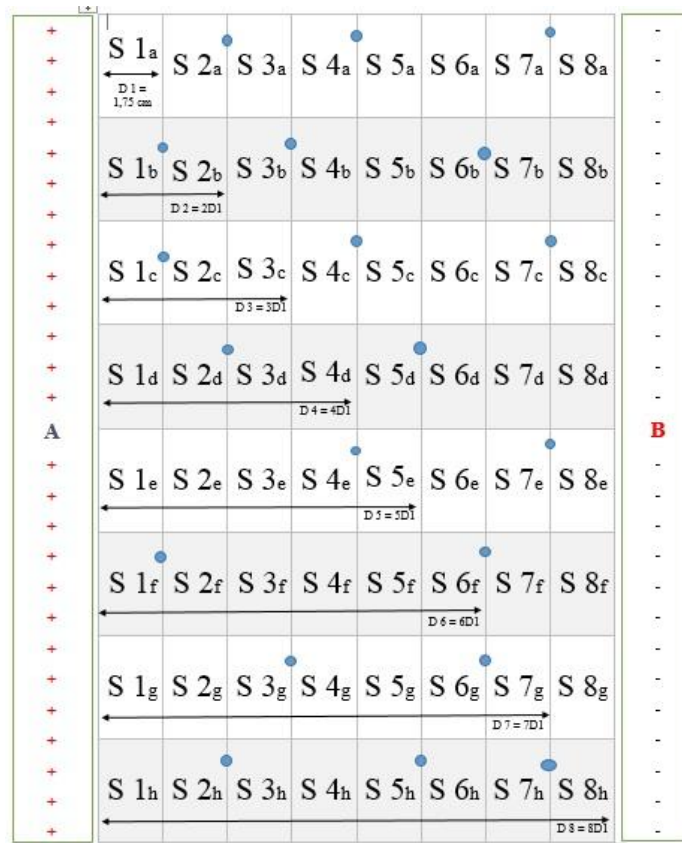


Figura 1. Superfície da bandeja, com a disposição dos pontos utilizados na atividade.

Os pontos demarcados representam as regiões a serem medidas juntamente com suas respectivas distâncias. A placa A foi o polo de referência e a placa B o polo positivo. Alguns dos pontos ficavam sobre a mesma linha (mesma superfície equipotencial) e outros foram distribuídos ao longo das demais linhas. Dessa maneira o aluno pode perceber como ocorre a variação do potencial elétrico em cada ponto, e quando ele se torna constante. O interior da bandeja foi preenchido com água.

Para que se possa ter uma ideia melhor do aparato experimental, é apresentada a figura 2 a seguir.

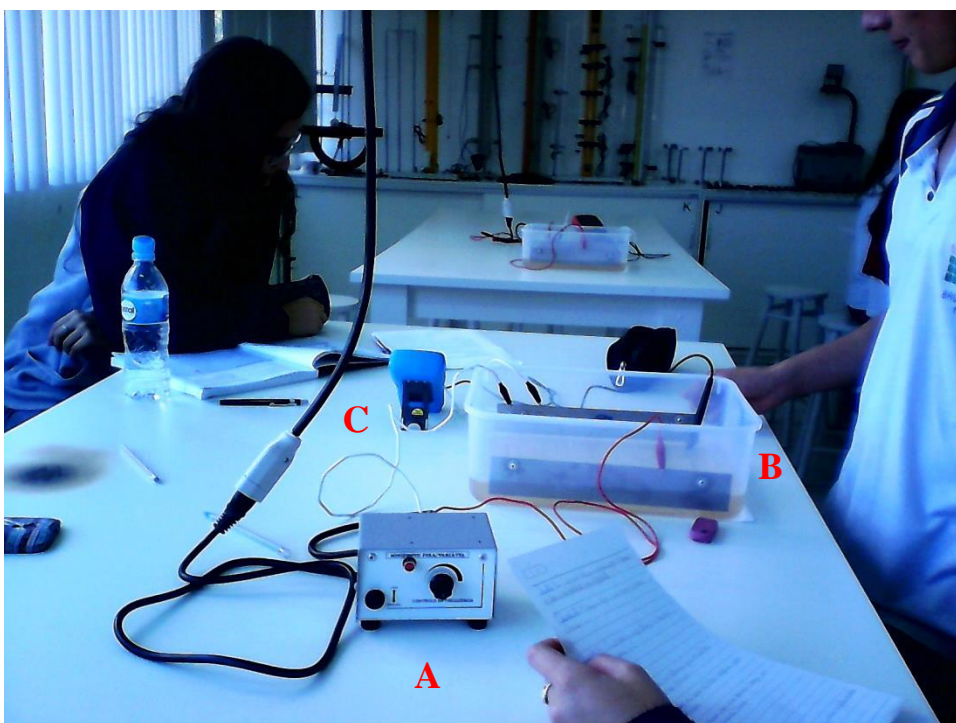


Figura 2. Em A está a fonte de tensão utilizada no experimento. Em B está o recipiente onde as placas planas e paralelas foram fixadas e em C está o voltímetro.

Para que os alunos tivessem um direcionamento na atividade, disponibilizou-se um roteiro. Nele continha os passos a serem seguidos para a realização do experimento e os objetivos a serem alcançados. Para que o aluno pudesse aplicar a teoria vista em sala com o experimento foi desenvolvida uma série de perguntas descritivas que tratavam do contexto discutido:

Questão 1: Sobre a linha S1 o potencial elétrico é variável ou constante? Justifique.

Questão 2: Qual é a justificativa de se usar água na bandeja?

Questão 3: Qual é o sentido do campo elétrico na superfície da bandeja?

Questão 4: Se um elétron fosse abandonado na célula S4c ele se deslocaria ou ficaria parado? Se ele se deslocaria, qual seria seu destino?

Questão 5: Abandonando um próton na célula S7a o que aconteceria?

Questão 6: Se um nêutron fosse abandonado em qualquer ponto no interior da bandeja, o que aconteceria?

Questão 7: Discorra sobre o comportamento do gráfico. O comportamento do campo elétrico está de acordo com a equação $E = \frac{V}{d}$?

Questão 8: A profundidade com que a ponteira penetra no líquido altera a leitura do potencial?

Além do desenvolvimento do roteiro experimental, foi solicitado que os alunos construíssem um gráfico do potencial elétrico em função da distância da placa de referência. Ao final, esperava-se que o aluno compreendesse o que é uma superfície equipotencial, um campo elétrico uniforme e também tivessem contato com instrumentos de medidas elétricas.

A fim de que os alunos tivessem uma maior participação na atividade, dividiu-se ambas as turmas em 6 grupos. Dessa forma, o contato com o material seria maior. A atividade foi supervisionada pelo bolsista e o professor regente.

Resultados e Discussões

A atividade lúdica despertou o interesse dos alunos para interpretar o fenômeno ocorrido. Assim, trabalhando com uma metodologia alternativa, observou-se que o aluno procurou participar ativamente da oficina, pois surgiram várias questões relacionadas aos conteúdos.

O roteiro disponibilizado guiou os alunos, direcionando a atividade. O contato com os equipamentos permitiu aos alunos perceberem o comportamento do campo elétrico a partir do monitoramento das superfícies equipotenciais. A seguir é possível ver na figura 3 o empenho dos alunos na realização das atividades.

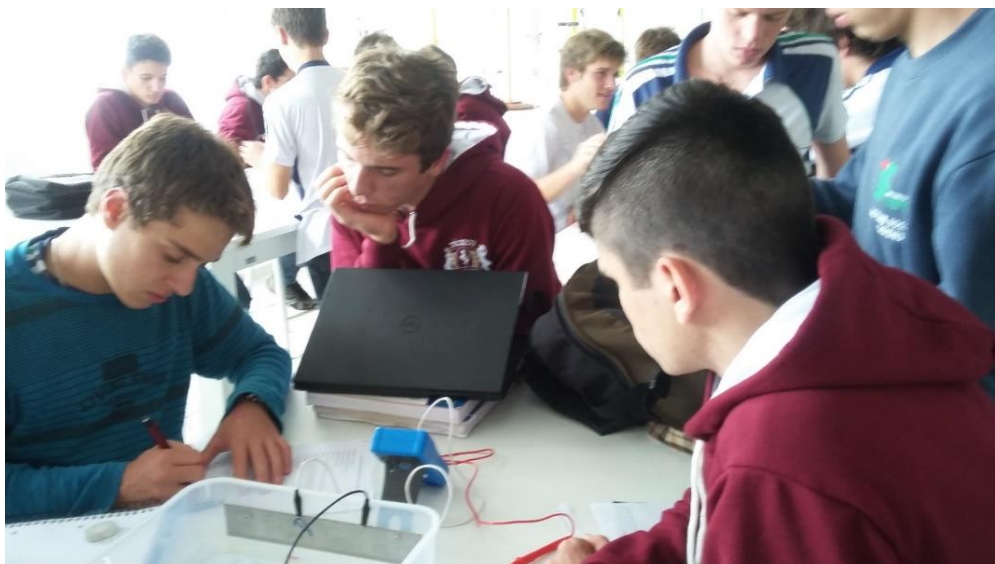


Figura 3. Desenvolvimento da aula prática sobre superfícies equipotenciais.

Mesmo com o uso da experimentação, percebeu-se nas duas turmas a existência de dificuldade em entender o conceito de campo elétrico, pois faltam os conceitos básicos (interpretação textual) para visualizar o experimento com um olhar mais crítico.

Trabalhou-se a produção de gráfico relacionando as grandezas Físicas: potencial elétrico e distância, propondo aos alunos que interpretassem seu comportamento, conduzindo-os a estabelecer uma relação com a equação de campo elétrico.

$$E = \frac{V}{d} \quad \text{Eq. 1}$$

que matematicamente pode ser escrita como uma relação trigonométrica:

$$tg\theta = \frac{\text{cateto oposto}}{\text{cateto adjacente}} \quad \text{Eq. 2}$$

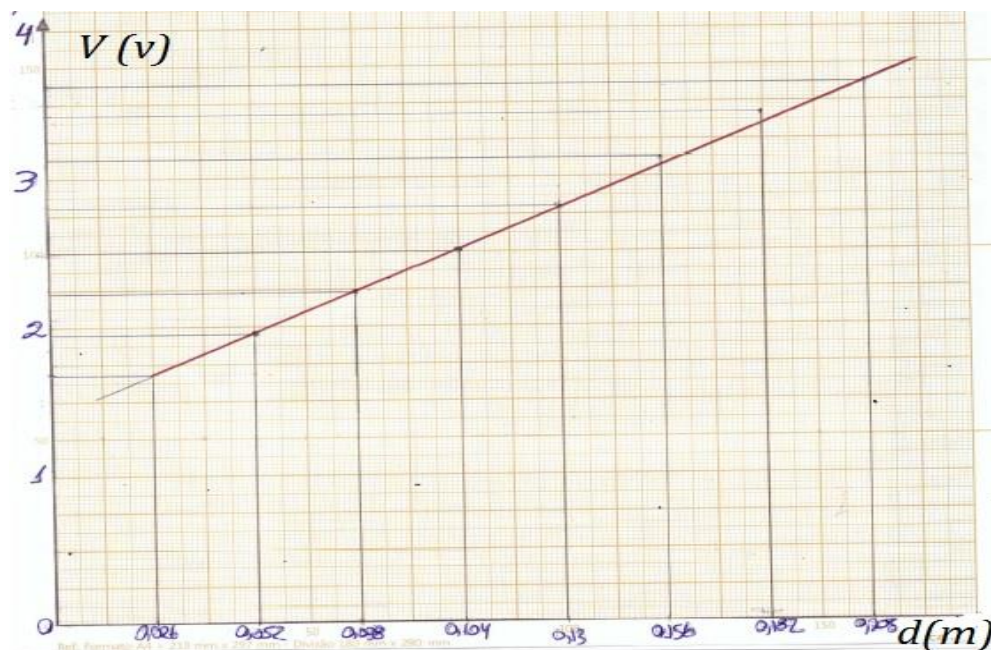
A tabela abaixo apresenta os valores da diferença de potencial em função da distância entre placas planas e paralelas utilizando uma fonte de cinco volts para um dado grupo.

Tabela 2. Tensão obtida entre placas paralelas eletricamente carregadas.

Regiões	Distância (m)	Diferença de potencial (V)
Sc1	0.026	1.70
Sc2	0.052	2.00
Sc3	0.078	2.25
Sc4	0.104	2.50
Sc5	0.130	2.78
Sc6	0.156	3.10
Sc7	0.182	3.40
Sc8	0.208	3.71

Fonte: alunos da turma do curso técnico em Agropecuária Integrado ao Ensino Médio.

A partir dos dados obtidos na tabela 2 os alunos elaboraram um gráfico em papel milimetrado. Os alunos obtiveram uma reta crescente. Esse comportamento foi discutido nos grupos, afim de que eles relacionassem o resultado com a Eq.1. Um exemplo de gráfico desenvolvido pelos alunos pode ser visto na figura 4.

**Figura 4.** Gráfico desenvolvido pelos alunos da turma de Técnico em Agropecuária.

Após a discussão, os alunos chegaram à conclusão de que a inclinação da reta simboliza o comportamento do campo elétrico entre as placas da bandeja.

Durante a atividade, discutiu-se o comportamento de alguns conceitos matemáticos, como por exemplo: o surgimento de um triângulo retângulo no gráfico para poder realizar o cálculo da tangente do ângulo formado pela reta. A fim de esclarecer seu comportamento, recorreu-se a trigonometria, lembrando os alunos que é possível analisar o comportamento de um fenômeno físico com base na tangente de um ângulo. Nesse caso, obteve-se o comportamento do campo elétrico entre as placas paralelas a partir da relação entre os catetos: oposto e adjacente.

A seguir, segue o desenvolvimento do cálculo do campo elétrico obtido pelos dados apresentados na tabela 2. O cálculo foi desenvolvido utilizando-se a Eq. 1.

$$E = \frac{3,71V - 1,70V}{0,208m - 0,026m} = 11 \frac{V}{m}$$

A partir dos resultados obtidos por cada grupo, iniciou-se a discussão do significado dos resultados. A ideia era fazer o aluno compreender que o valor numérico expressava uma relação entre duas grandezas Física: potencial elétrico e distância. Com base nas respostas das questões propostas acima, pode-se perceber a dificuldade dos alunos em interpretar os fenômenos físicos observados no experimento. As respostas a seguir demonstram o tamanho da dificuldade encontrada pelos alunos: *“o sentido do campo elétrico vai da direita para a esquerda”*. Esse tipo de resposta não está de acordo com o que seria correto, pois se os polos fossem invertidos essa resposta não seria válida. Se essa resposta fosse justificada, da forma: *“o sentido do campo elétrico é da direita para a esquerda, pelo fato da placa da direita ser positiva. Ou seja, de maior potencial, e a da esquerda ser de menor potencial”*, então poder-se-ia dizer que o aluno compreendeu de forma satisfatória o que lhe foi proposto.

Considerações finais

Considera-se o desenvolvimento da oficina foi de grande valia, pois os alunos que participaram da atividade conseguiram, em boa parte, compreender o conceito de campo elétrico e identificar uma superfície equipotencial, bem como, relacionar as grandezas físicas envolvidas.

Nesse trabalho foi possível perceber um aumento no interesse do aluno na disciplina de Física em virtude da atividade experimental.

De fato é indiscutível a dificuldade dos alunos em interpretação de texto, relacionar os fenômenos observados com expressões matemáticas e construção de um gráfico.

A aplicação da oficina é encorajadora no sentido de permitir que bolsistas do programa PIBID possam ter maior contato com a rotina em sala de aula. Situação que só seria vivenciada nos anos finais da graduação.

Referências

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem componente do ato pedagógico**. 1. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 448p.

MOREIRA, M. A. **Teorias da Aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: Epu, 2011. 188p.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? **Investigação em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, set. 1995, p.20-39.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e Docência**. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 296p.

SANT'ANNA, B. et al. **Conexões com a Física**, volume 3: Eletricidade. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2013. 416p.

SILVA, G. R. História da Ciência e experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, jun. 2013, p.121-132.

SILVA, J. L. P. B.; DE MORADILLO, E. F. Avaliação, ensino e aprendizagem de ciências. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Minas Gerais, v. 4, n. 1, jul. 2002, p.1-12.