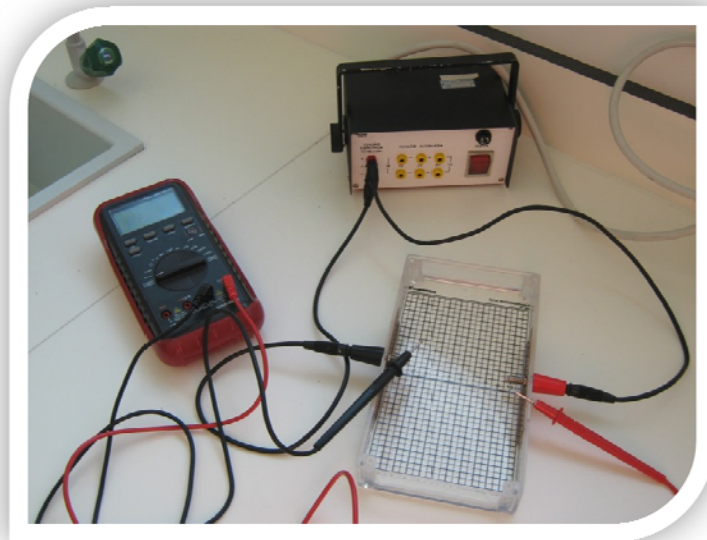


Acção de Formação  
Utilização dos Novos Laboratórios Escolares

**TRABALHO LABORATORIAL**

**2.1 – CAMPO ELÉCTRICO E SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS**

**FÍSICA – 12.º ANO**



Isabel Marília Viana e Peres

Escola Secundária José Saramago - Mafra

Física 12.º - Ano

## Actividade Laboratorial 2.1 – Campo eléctrico e superfícies equipotenciais

Nome: \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_ Turma \_\_\_\_

## O que se pretende:

1. Identificar o tipo de campo eléctrico criado por duas placas paralelas.
2. Identificar o sentido das linhas de campo.
3. Medir o potencial num ponto.
4. Investigar a forma das superfícies equipotenciais.
5. Relacionar o sentido do campo com o sentido da variação de potencial.
6. Verificar se a diferença de potencial entre duas superfícies equipotenciais é ou não independente da placa de referência utilizada para medir
7. Calcular o módulo do campo eléctrico criado entre as duas placas planas e paralelas.

## Verificar significados:

8. Escreva breves descrições dos seguintes termos na tabela 1:

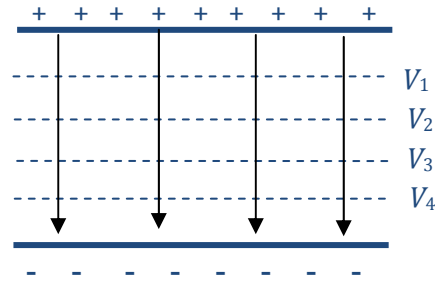
| Termo               | Breve descrição  |
|---------------------|--|
| Carga eléctrica     | Designada por $e$ , é esta a unidade fundamental de carga. As cargas eléctricas no protão e do electrão são exactamente iguais e de sinais opostos. A carga do protão é $e$ e a do electrão é $-e$ . Todas as cargas que aparecem na natureza são múltiplas da unidade fundamental da carga. |
| Campo eléctrico     | É o campo de força provocado por cargas eléctricas ou por um sistema de cargas. Cargas eléctricas num campo eléctrico estão sujeitas a uma força eléctrica. A expressão matemática de campo eléctrico é dada pela relação entre a força eléctrica e a carga de prova: $E = \frac{F}{q}$      |
| Potencial eléctrico | Corresponde à divisão da energia potencial eléctrica ( $E_p$ ) de uma partícula pela sua carga $q$ .   |

Tabela 1

## Questões pré - laboratoriais:

9. Considere o campo eléctrico criado por duas placas metálicas planas e paralelas muito próximas, carregadas de sinal contrário.
  - 9.1. Indique o tipo de campo criado pelas placas e caracterize-o.  
Campo eléctrico uniforme.  
O vector campo eléctrico é constante, iguala em todos os pontos dessa zona do espaço.

- 9.2. Num esquema represente as placas (identificando-as uma como positiva e outra como negativa), 4 linhas de campo entre elas e também 4 equipotenciais (identifique-as como  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  e  $V_4$ ).



- 9.3. Indique qual das superfícies que representou espera que apresente maior valor de potencial eléctrico.

A superfície  $V_1$ .

- 9.4. Suponha constante a diferença de potencial entre as placas. Em que caso será mais intenso o campo eléctrico, quando as placas estão mais próximas ou mais afastadas? Justifique.

O campo eléctrico será mais intenso quando as placas estão mais próximas pois é inversamente proporcional à distância entre elas, se a diferença de potencial se mantiver constante.

- 9.5. Suponha que mantém constante a distância entre as placas e a diferença de potencial entre elas:

- 9.5.1. Indique como espera que varie o módulo da diferença de potencial entre as duas equipotenciais à medida que aumenta a distância entre elas.

$$|\Delta V| = E \times |\Delta x|$$

O módulo da diferença de potencial entre duas equipotenciais aumenta à medida que a distância entre essas superfícies aumenta (para campo eléctrico uniforme, isto é constante).

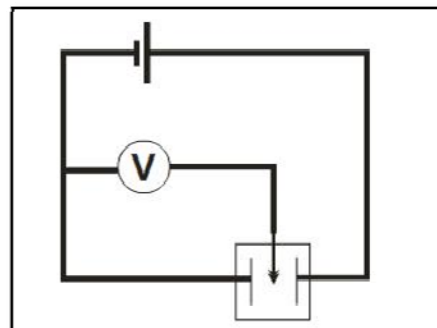
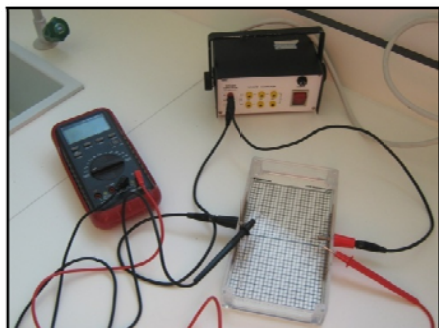
- 9.5.2. Indique que gráfico traduzirá essa variação e que grandeza poderá ser calculada a partir desse gráfico.

O gráfico vai representar uma proporcionalidade directa entre as grandezas  $\Delta V$  e  $\Delta x$ , sendo o declive o valor do campo eléctrico,  $E$ .

### Procedimento laboratorial:

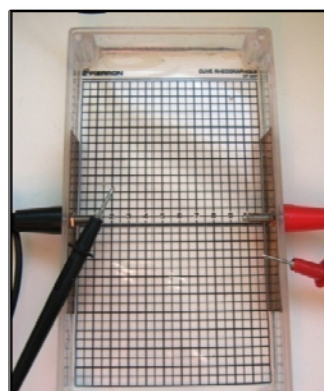
10. Faça uma lista do material a utilizar tendo em conta o procedimento exemplificado nas fotografias seguintes (na tabela 2):

10.1 Ligue o circuito de acordo com o diagrama 1:

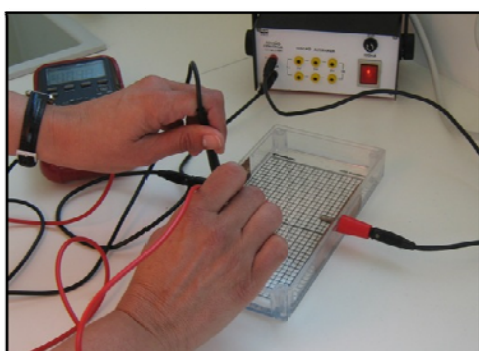


i. Diagrama 1<sup>1</sup>

10.2 Verificar as ligações, antes de ligar a fonte, assim como se o voltímetro se encontra na escala apropriada (c.c.);



10.3 Ligar a fonte;

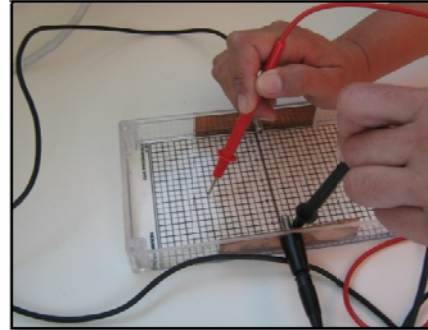
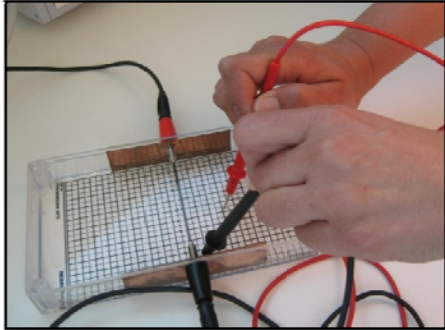


10.4 Admita que a placa de cobre ligada ao pólo negativo do gerador está ao potencial  $U= 0,00 \text{ V}$

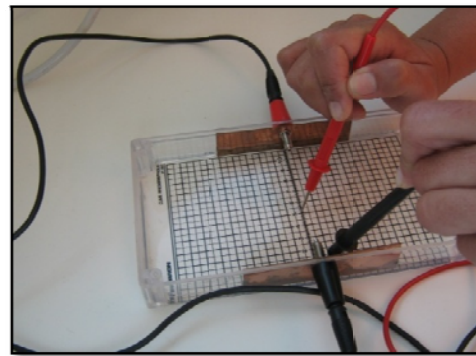
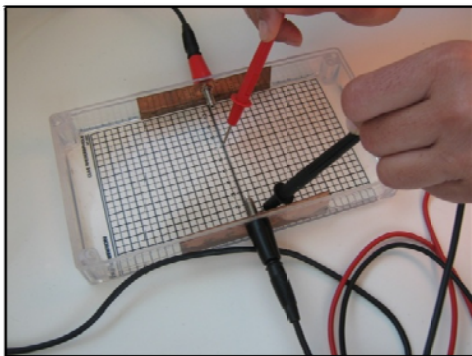
10.5 Meça a distância entre as placas.

<sup>1</sup> Fonte: UNIVERSIDADE DO MINHO (s.d.). *Actividades laboratoriais: Campo eléctrico e superfícies equipotenciais*, disponível em <http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/ecampoel/index.html>, consultado em 14/7/2010.

- 10.6 Meça a diferença de potencial entre as placas.
- 10.7 Desloque a ponta de prova livre, no interior da solução, de modo a determinar alguns pontos ao mesmo potencial. Registe, na folha de papel milimétrico, a posição desses pontos.



- 10.8 Meça a diferença de potencial entre a placa de referência e diferentes pontos ao longo de uma mesma linha perpendicular às placas.



- 10.9 Registe, na folha de papel milimétrico, o potencial dos pontos que considerou relevantes e anote os valores na tabela 3, de 2 em 2 cm.
- 10.10 Troque a polaridade do gerador, e repita as 2 alíneas anteriores e anote os valores na tabela 3, de 2 em 2 cm.

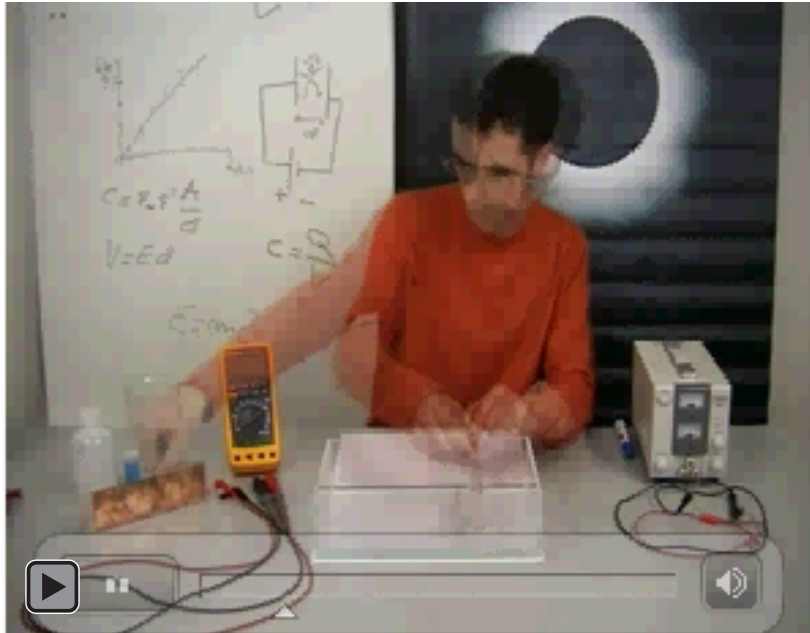
| Descrição  | Quantidade |
|--|------------|
| Tina em material transparente (ou tina reográfica) | 1          |
| Gerador de c.c. (p. e. de 0-6V);                   | 1          |
| Multímetro   | 1          |
| Fios de ligação                                    | 5          |
| Pontas de prova                                    | 1          |
| Água ou solução condutora (p.e. sulfato de cobre)  | 50 mL      |
| Folhas de papel milimétrico                        | 2          |

Tabela 2

Nota:

Em opção os alunos podem visualizar o vídeo disponível em:

<http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/ecampoel/video.html>



## Registo dos Resultados:

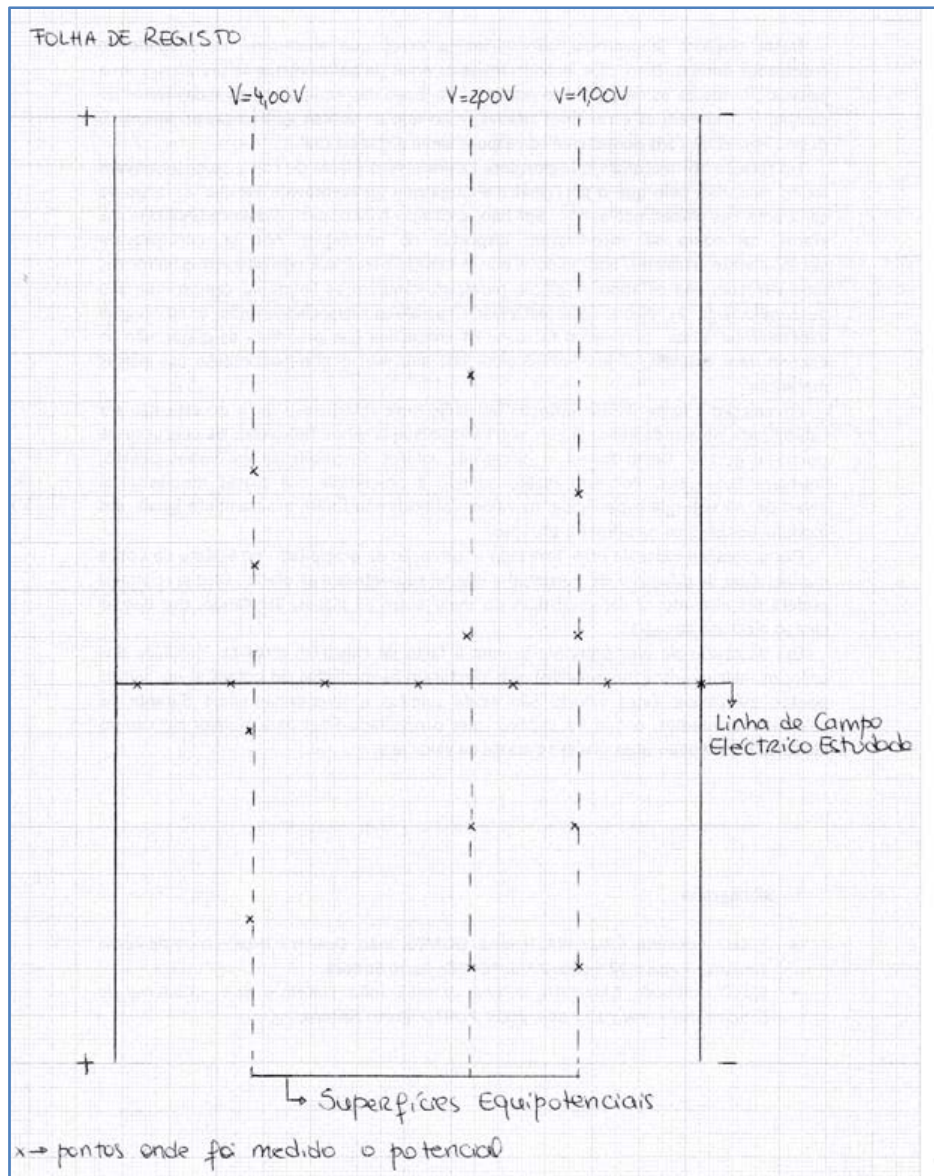


Fig. 1. - Folha de registo<sup>2</sup>

11. Preencha a tabela 3 que se segue a partir dos dados registados na folha de papel milimétrico.

|                            |      |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>d /cm</b>               | 0,0  | 2,0   | 4,0   | 6,0   | 8,0   | 10,0  | 12,0  |
| $\Delta V / V$<br>(10.9.)  | 0,00 | 0,75  | 1,61  | 2,50  | 3,35  | 4,20  | 4,96  |
| $\Delta V / V$<br>(10.10.) | 0,00 | -0,66 | -1,54 | -2,38 | -3,27 | -4,08 | -4,97 |

<sup>2</sup> Registo obtido pelos alunos André Machado, Catarina Pinho e João Capinha

## Tratamento dos dados, análise dos resultados e conclusões

1. Utilizando os valores obtidos nos pontos 10.9 e 10.10. do procedimento experimental, elabore cada um dos gráficos que representam a variação da diferença de potencial com a distância. Analise os resultados bem como o cumprimento dos objetivos propostos.

Gráfico 1:  $|\Delta V|$  versus  $d$  - polaridade "normal"

$|\Delta V| / V$

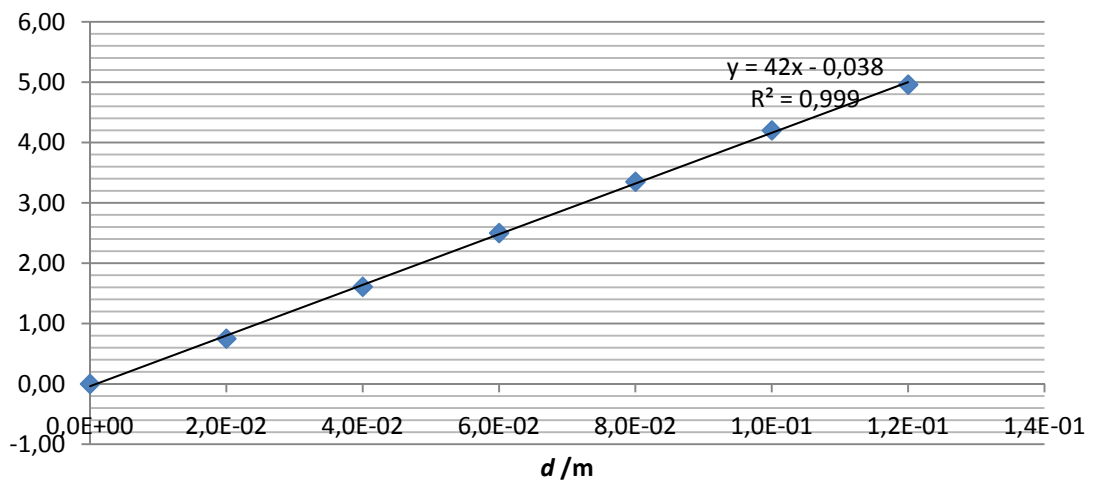
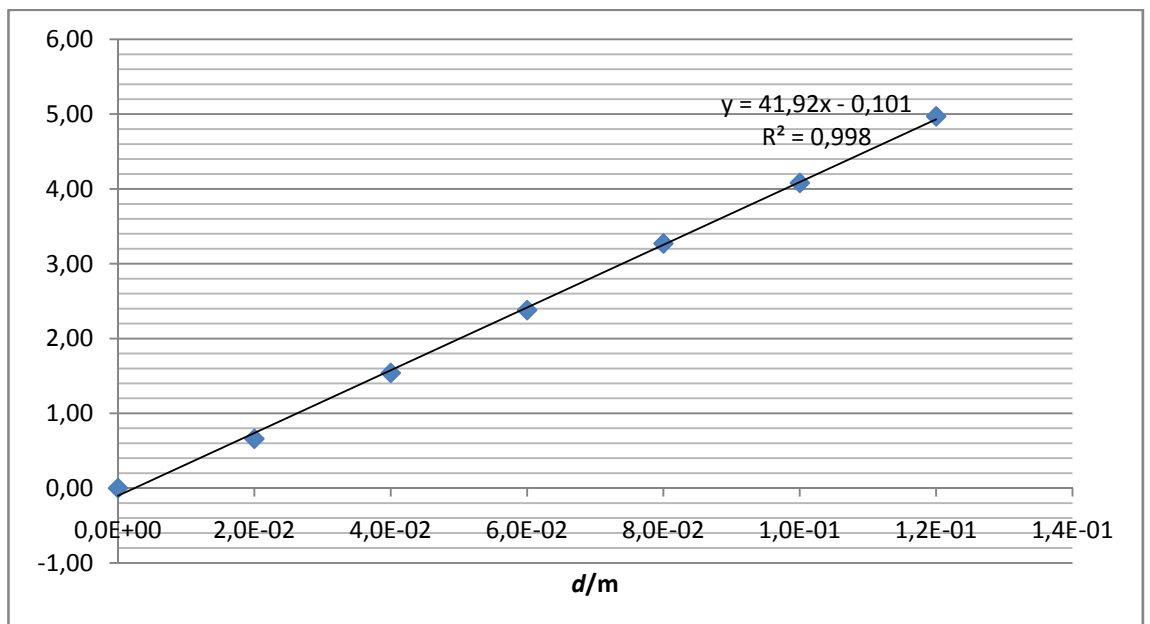


Gráfico 2:  $|\Delta V|$  versus  $d$  - polaridade invertida

$|\Delta V| / V$





Dados obtidos:

Situação 1, por regressão linear

$$y = ax + b$$

$$a = 42,0 \text{ V/m}$$

$$b = -0,038 \text{ V}$$

Situação 2, por regressão linear:

$$y = ax + b$$

$$a = 41,9 \text{ V/m}$$

$$b = -0,101 \text{ V}$$

Aplicando a expressão para o campo eléctrico uniforme:

$$E = \frac{|\Delta V|}{d}$$

Para a situação 1:  $E = 41,3 \text{ V/m}$

Para a situação 2:  $E = 41,4 \text{ V/m}$

#### Análise dos resultados:

Verifica-se a diferença de potencial entre duas superfícies equipotenciais é independente da placa de referência utilizada para medir

Tal como previsto teoricamente, as superfícies equipotenciais, no caso de um campo eléctrico uniforme, são planos paralelos as placas metálicas criadoras do campo. No caso de um campo eléctrico uniforme, é possível calcular o módulo do campo eléctrico através da expressão:  $E = \frac{|\Delta V|}{d}$ . Com esta expressão, sabendo que o campo eléctrico é constante,

deduz-se que, aumentando a distância entre as superfícies equipotenciais consideradas, aumenta também a diferença de potencial entre elas, isto é, são grandezas directamente proporcionais. Assim, percebe-se, também, que pontos a igual distância de uma mesma placa, a que se encontra a potencial zero, terão o mesmo potencial.

O módulo do campo eléctrico pode ser obtido através da expressão  $E = \frac{|\Delta V|}{d}$ . Assim, espera-

se que a variação da diferença de potencial entre duas equipotenciais seja directamente proporcional a distância entre elas. Através da segunda experiência, na qual se mediu o potencial de vários pontos, de uma mesma linha de campo, a diferentes distâncias da placa que se encontrava a potencial zero, pode verificar-se esta relação, uma vez que, quanto maior a distancia, maior era o potencial medido no multímetro, logo, maior a diferença de potencial entre os pontos considerados.

Com os valores obtidos, verificou-se a proporcionalidade directa entre a diferença de potencial entre as equipotenciais e a distância entre elas através dos gráficos obtidos que representavam uma recta que passava algumas unidades abaixo da origem. Foi possível,

mais uma vez através dos gráficos obtidos, calcular o módulo do campo eléctrico criado pelas duas placas metálicas. Verifica-se que nos gráficos obtidos o declive das rectas corresponde ao módulo do campo eléctrico. Assim, calculou-se o campo eléctrico como sendo aproximadamente igual a  $42,0 \text{ Vm}^{-1}$ .

Como os ensaios realizados não foram muitos, nada podemos afirmar em relação a precisão dos valores obtidos para o campo eléctrico.

No entanto, poder-se-á indicar os valores obtidos para o coeficiente de correlação dos pontos obtidos como indicador de que os valores foram razoavelmente precisos, uma vez que foi, em ambos os casos, aproximadamente 1.

Em relação à troca de polaridade das placas, é importante referir que a diferença de potencial entre duas equipotenciais à mesma distancia se alterou, tendo sido obtidos valores aproximadamente simétricos dos obtidos na primeira situação. As linhas de campo também se alteram com a troca de polaridade, uma vez que estas têm o sentido dos potenciais decrescentes. Contudo, o módulo do campo eléctrico mantém-se, visto que este depende exclusivamente do módulo da diferença de potencial e da distancia entre as equipotenciais.

#### Análise do cumprimento dos objectivos propostos:

Todos os objectivos propostos foram cumpridos. Com a montagem experimental indicada, foi possível verificar todos os aspectos desejados.

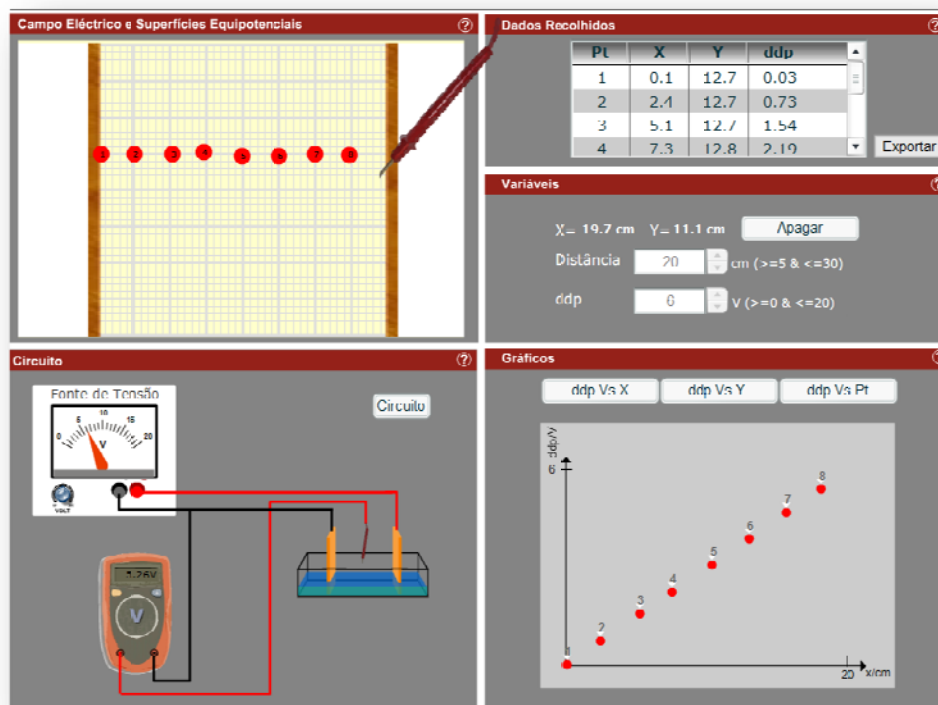
Na primeira parte foi possível, através da marcação de vários pontos com o mesmo potencial, perceber que as superfícies equipotenciais, no caso de um campo criado por duas placas planas e paralelas, são paralelas às placas. Verificou-se que os pontos encontrados com o mesmo potencial se encontravam a mesma distância de cada uma das placas e se orientavam segundo uma linha paralela às placas.

Na segunda parte, verificou-se algumas características das linhas de campo num campo eléctrico, suposto, uniforme e analisou-se a variação da diferença de potencial entre duas equipotenciais com a distância entre elas. Verificou-se, tal como esperado teoricamente, que a diferença de potencial entre dois pontos da região do campo eléctrico é directamente proporcional à distância entre eles.

Por fim, determinou-se experimentalmente o módulo do campo eléctrico criado pelas duas placas metálicas planas e paralelas, a partir dos valores obtidos para o potencial medido em vários pontos de uma mesma linha de campo eléctrico, a diferentes distâncias da placa com potencial zero.

Nota:

Como estratégia de consolidação os alunos podem aceder à seguinte simulação:



Fonte: <http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/ecampoel/flash/simul.swf>

#### Bibliografia:

- SERWAY & JEWETT (2005). *Physics for Scientists and Engineers*, 6th edition, Brooke.
- UNIVERSIDADE DO MINHO (s.d.). *Actividades laboratoriais: Campo eléctrico e superfícies equipotenciais*, disponível em <http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/ecampoel/index.html>, consultado em 14/7/2010.
- VENTURA, G. et al (2005). *12F - Física 12.º ano*. Texto Editores, Lisboa.

**Física 12.º Ano**
**Actividade Laboratorial 2.1 – Campo eléctrico e superfícies equipotenciais**
**Nome:** \_\_\_\_\_ **Nº** \_\_\_\_ **Turma** \_\_\_\_

**O que se pretende:**

1. Identificar o tipo de campo eléctrico criado por duas placas paralelas.
2. Identificar o sentido das linhas de campo.
3. Medir o potencial num ponto.
4. Investigar a forma das superfícies equipotenciais.
5. Relacionar o sentido do campo com o sentido da variação de potencial.
6. Verificar se a diferença de potencial entre duas superfícies equipotenciais é ou não independente da placa de referência utilizada para medir
7. Calcular o módulo do campo eléctrico criado entre as duas placas planas e paralelas.

**Verificar significados:**

8. Escreva breves descrições dos seguintes termos na tabela 1:

| <b>Termo</b>        | <b>Breve descrição</b> |
|---------------------|------------------------|
| Carga eléctrica     |                        |
| Campo eléctrico     |                        |
| Potencial eléctrico |                        |

Tabela 1

**Questões pré – laboratoriais:**

9. Considere o campo eléctrico criado por duas placas metálicas planas e paralelas muito próximas, carregadas de sinal contrário.
  - 9.1. Indique o tipo de campo criado pelas placas e caracterize-o.

9.2. Num esquema represente as placas (identificando-as uma como positiva e outra como negativa), 4 linhas de campo entre elas e também 4 equipotenciais (identifique-as como  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  e  $V_4$ ).

9.3. Indique qual das superfícies que representou espera que apresente maior valor de potencial eléctrico.

9.4. Suponha constante a diferença de potencial entre as placas. Em que caso será mais intenso o campo eléctrico, quando as placas estão mais próximas ou mais afastadas? Justifique.

9.5. Suponha que mantém constante a distância entre as placas e a diferença de potencial entre elas:

9.5.1. Indique como espera que varie o módulo da diferença de potencial entre as duas equipotenciais à medida que aumenta a distância entre elas.

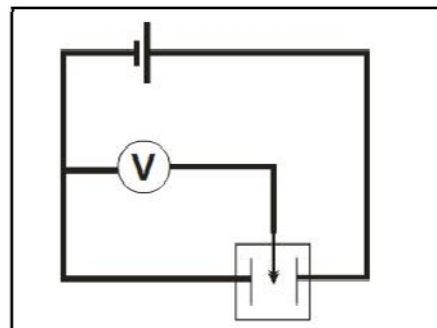
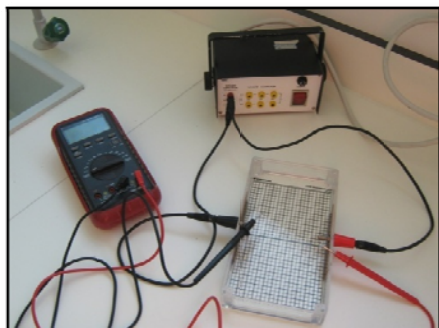
$$|\Delta V| = E \times |\Delta x|$$

9.5.2. Indique que gráfico traduzirá essa variação e que grandeza poderá ser calculada a partir desse gráfico.

### Procedimento laboratorial:

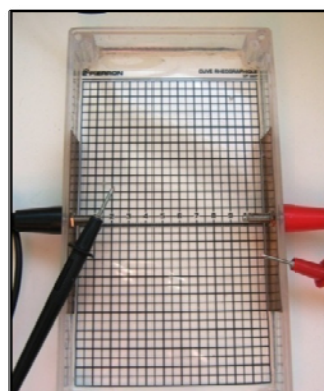
10. Faça uma lista do material a utilizar tendo em conta o procedimento exemplificado nas fotografias seguintes (na tabela 2):

10.1 Ligue o circuito de acordo com o diagrama 1:

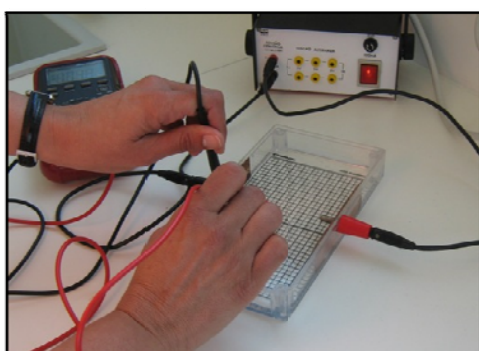


i. Diagrama 1<sup>1</sup>

10.2 Verificar as ligações, antes de ligar a fonte, bem como se o voltímetro se encontra na escala apropriada (c.c.);



10.3 Ligar a fonte;



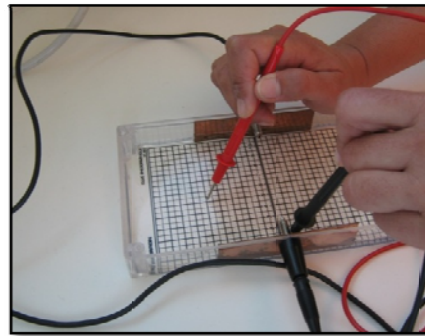
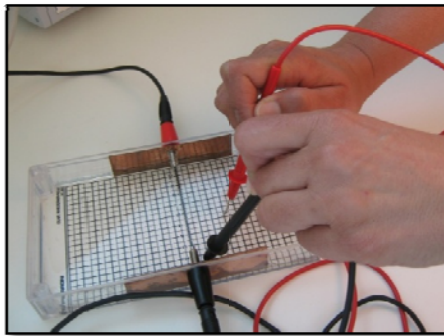
10.4 Admita que a placa de cobre ligada ao pólo negativo do gerador está ao potencial  $U= 0,00 \text{ V}$

10.5 Meça a distância entre as placas.

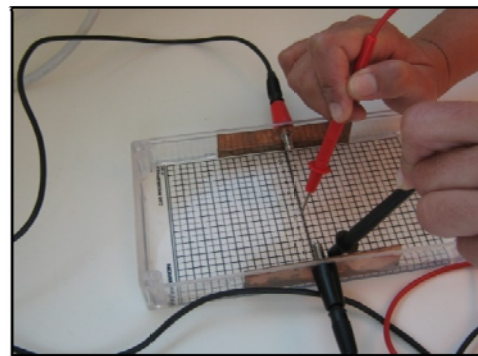
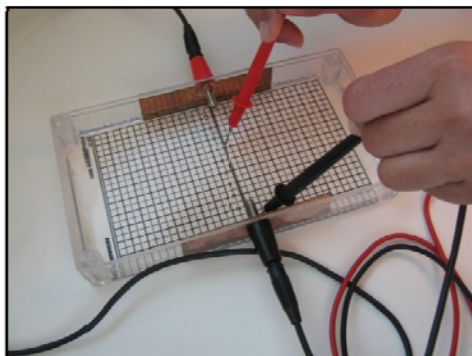
10.6 Meça a diferença de potencial entre as placas.

<sup>1</sup> Fonte: UNIVERSIDADE DO MINHO (s.d.). *Actividades laboratoriais: Campo eléctrico e superfícies equipotenciais*, disponível em <http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/ecampoel/index.html>, consultado em 14/7/2010.

10.7 Desloque a ponta de prova livre, no interior da solução, de modo a determinar alguns pontos ao mesmo potencial. Registre, na folha de papel milimétrico, a posição desses pontos.



10.8 Meça a diferença de potencial entre a placa de referência e diferentes pontos ao longo de uma mesma linha perpendicular às placas.



10.9 Registre, na folha de papel milimétrico, o potencial dos pontos que considerou relevantes e anote os valores na tabela 3, de 2 em 2 cm.

10.10 Troque a polaridade do gerador, e repita as 2 alíneas anteriores e anote os valores na tabela 3, de 2 em 2 cm.

| Descrição | Quantidade |
|-----------|------------|
|           |            |
|           |            |
|           |            |
|           |            |
|           |            |
|           |            |
|           |            |

Tabela 2

**Registo dos Resultados:**

Apresente aqui sua folha de papel milimétrico



11. Preencha a tabela 3 que se segue a partir dos dados registados na folha de papel milimétrico.

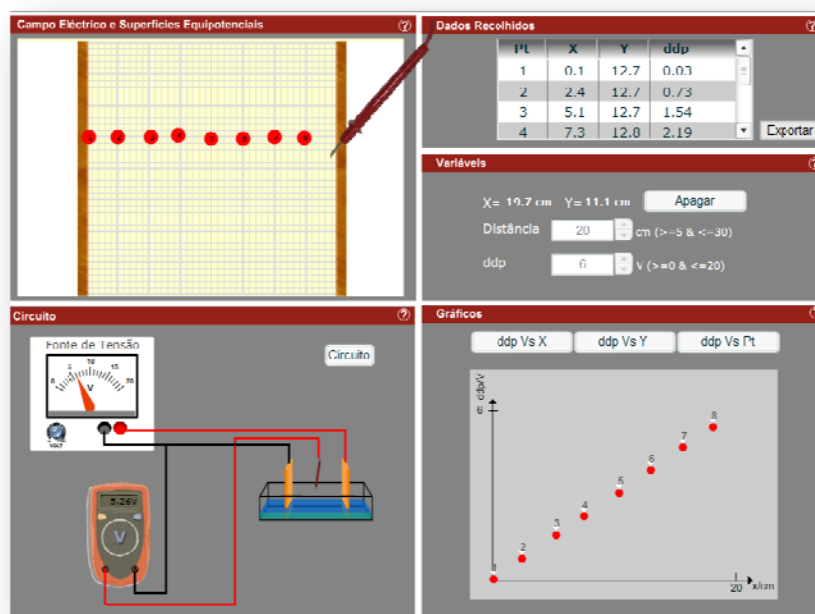
| $d / \text{cm}$            | 0,0 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | 10,0 | 12,0 |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| $\Delta V / V$<br>(10.9.)  |     |     |     |     |     |      |      |
| $\Delta V / V$<br>(10.10.) |     |     |     |     |     |      |      |

### Tratamento dos dados, análise dos resultados e conclusões

12. Utilizando os valores obtidos nos pontos 10.9 e 10.10. do procedimento experimental, elabore cada um dos gráficos que representam a variação da diferença de potencial com a distância. Analise os resultados bem como o cumprimento dos objectivos propostos

Nota:

Como estratégia de consolidação os alunos podem aceder à seguinte simulação:



Fonte: <http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/ecampoel/flash/simul.swf>

### Bibliografia:

- SERWAY & JEWETT (2005). *Physics for Scientists and Engineers*, 6th edition, Brooke.
- UNIVERSIDADE DO MINHO (s.d.). *Actividades laboratoriais: Campo eléctrico e superfícies equipotenciais*, disponível em <http://alv.fisica.uminho.pt/simulacoes/ecampoel/index.html>, consultado em 14/7/2010.
- VENTURA, G. et al (2005). *12F - Física 12.º ano*. Texto Editores, Lisboa.