

RESULTADOS DE UM TESTE DE FÍSICA PARA OS FINALISTAS DO ENSINO SECUNDÁRIO

(REALIZADO EM 76-77)

SUSHIL KUMAR MENDIRATTA *

RESUMO

Realizou-se um teste de Física do tipo escolha múltipla para alunos finalistas do Curso Complementar dos Liceus no ano escolar de 1976-1977. Os resultados da análise de uma amostra de cerca de 500 estudantes pertencentes a várias escolas põem em destaque alguns aspectos importantes. Neste trabalho discutem-se esses aspectos bem como as suas implicações tanto no ensino de Física no Liceu como no ensino de Física nos cursos universitários de engenharia.

INTRODUÇÃO

A ideia básica de realizar um teste de Física enquadra-se num projecto de investigação para desenvolvimento dos cursos de Física e Matemática dados aos alunos de engenharia⁽¹⁾. A finalidade do ensino da Física aos alunos dos primeiros anos dos cursos de engenharia é elevar os seus conhecimentos ao nível necessário para a compreensão dos assuntos

* Departamento de Física, Universidade de Aveiro.

⁽¹⁾ «Estudo de um Programa de Ensino Coordenado de Física e Matemática para o bacharelato de Engenharia» — subsidiado pela Fundação Gulbenkian.

de engenharia. Assim, um dos objectivos do projecto foi determinar tão precisamente quanto possível o nível dos estudantes que entram na Universidade.

O autor, ao longo da sua experiência, tem observado que a classificação obtida pelo aluno, num número substancial de casos, não corresponde à sua capacidade de assimilar aqueles aspectos da Física universitária que são, na nossa opinião, essenciais para a compreensão das matérias de engenharia. Tendo isto em vista, o teste foi projectado com o fim de avaliar não só a familiaridade do aluno com conceitos e fenómenos básicos da Física, mas principalmente a sua capacidade de aplicar esses conceitos na resolução de problemas práticos. Uma vez que a realização deste tipo de teste, ao que pensamos saber, não é muito comum em Portugal, a ênfase principal deste relatório não é posta no rigor estatístico da análise dos dados, mas sim na introdução da metodologia de como projectar um teste e interpretar os seus resultados.

O TESTE

As perguntas escolhidas faziam, todas, parte do programa do Liceu ⁽²⁾. Obviamente, havia algumas perguntas do programa do Curso Geral. Pensou-se que tal fosse necessário para observar o grau de assimilação das ideias mais rudimentares, mas não menos importantes, da Física.

As questões foram estruturadas segundo o tipo de teste de escolha múltipla; para cada questão existiam 3 ou 4 alternativas de resposta. A decisão de usar esta estrutura foi baseada nas seguintes vantagens bem conhecidas:

A. Este tipo de teste é muito fácil de analisar no caso de um grande número de estudantes.

B. Reflecte melhor a capacidade dos estudantes em aplicar conceitos na resolução de problemas do que a aprendizagem puramente verbal dos conceitos.

C. Pode também servir como indicador da capacidade dos alunos para fazer uma escolha inteligente entre várias alternativas possíveis, uma virtude que na nossa opinião um engenheiro deve cultivar o mais cedo possível.

É preciso admitir que este tipo de teste não revela a sequência lógica pela qual os estudantes chegam à resposta. Para ter alguma informação sobre este aspecto foi pedido aos professores que recolhessem as folhas de rascunho fornecidas conjuntamente com o teste. Infelizmente uma grande percentagem dessas folhas não fora usada; tal facto pode, talvez, relacionar-se com os aspectos psicológicos do aluno face ao exame.

⁽²⁾ Um exemplar do teste completo pode ser obtido através do autor.

Não reproduzimos aqui totalmente o teste, figurando no entanto algumas questões representativas no Apêndice I. As questões podem ser classificadas em três categorias:

1. Aquelas que exigem apenas uma aplicação directa dos conceitos adquiridos ou seja o tipo de problemas que encontraram e resolveram durante o seu estudo. Um exemplo deste tipo de problemas no caso da Mecânica é o «choque de vagões numa linha de caminho de ferro» (aplicação da lei da conservação do momento linear).

2. Aquelas que provavelmente os alunos nunca tinham enfrentado antes e que exigem serem olhadas cautelosamente.

3. Finalmente problemas que exigem conhecimento das unidades das quantidades físicas.

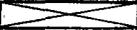
Foram também incluídas duas perguntas de carácter geral. Do Apêndice I excluímos problemas do tipo 1. A maneira como as diversas questões estão distribuídas entre os vários tópicos pode ver-se no Apêndice II.

O teste não foi patrocinado oficialmente pelo Ministério da Educação. Por isso o número de escolas e de alunos em cada escola que concordaram em efectuar o teste dependeu apenas dos contactos e recursos pessoais do autor. Pela mesma razão o teste teve que ser limitado, no que diz respeito à sua duração, a uma hora. A distribuição dos estudantes pelas várias escolas é mostrada na Tabela 1. Além dos testes forneceu-se a cada escola uma folha de instruções para os professores. Pediu-se também a estes para preparar os alunos com uma semana de antecedência discutindo com eles o tipo de teste, os tópicos que abordava e o método de o resolver ilustrando este com dois exemplos.

Também foi distribuído aos professores um questionário onde se pedia as suas opiniões sobre o teste, quais os tópicos que não tinham sido ensinados, etc.

RESULTADOS DO TESTE

Uma primeira análise dos resultados consistiu na simples contagem das respostas certas, das respostas absurdas e das perguntas a que a turma em bloco não respondeu. Calculámos depois a percentagem de estudantes que responderam correctamente, a qual, para uma amostra suficientemente grande deve ser igual à percentagem de perguntas a que um estudante típico responde correctamente. Contudo, deve notar-se que este processo de cálculo conduz a uma média optimista. Calculámos ainda a percentagem de respostas absurdas e um número a que chamámos de «correção relativa». Este número foi obtido não entrando em linha de conta com as questões a que menos de 10% da turma conseguiu responder. Estes resultados estão indicados

na Fig. 1. Nessa figura  representa as respostas certas,  as respostas absurdas,  as de «correção relativa» e  as de resultados relativos às perguntas mais difíceis. A última percentagem em nossa opinião é o melhor indicador da capacidade dos estudantes para

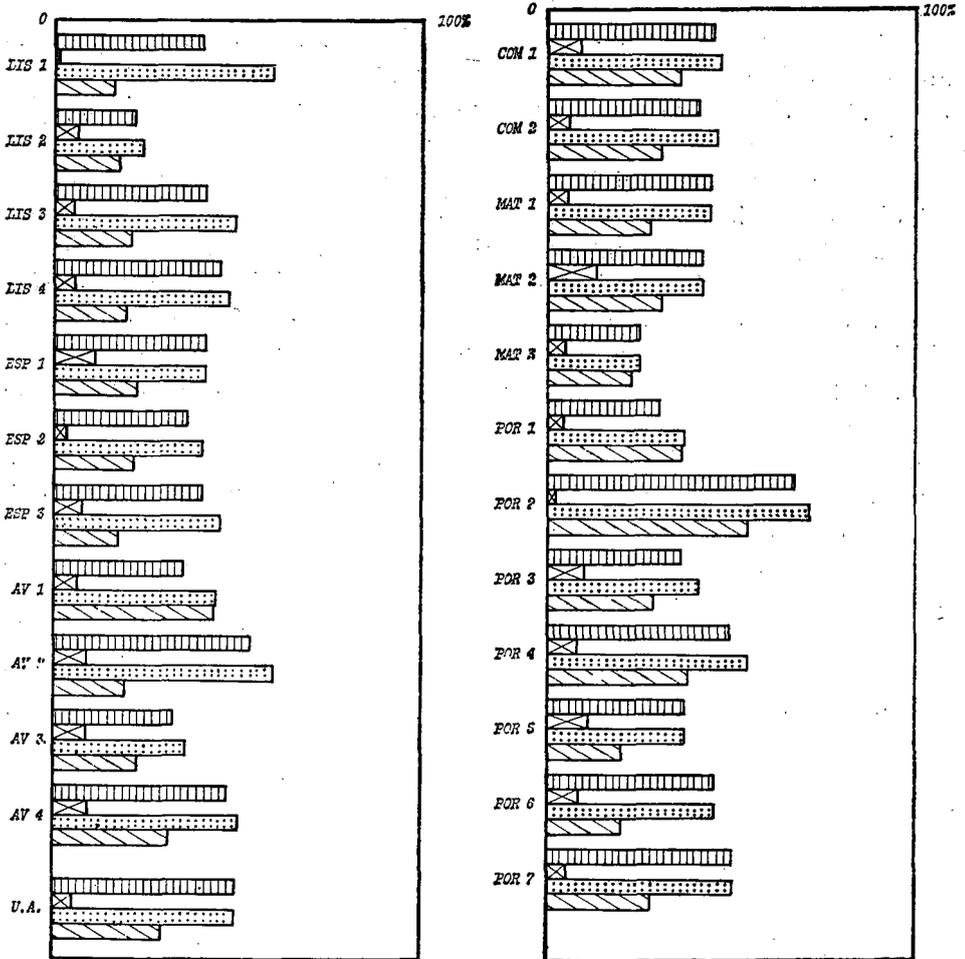


FIGURA 1

aplicar conceitos físicos a problemas concretos (as perguntas do tipo B e C atrás referidas). Na Fig. 1 estão indicadas aquelas quatro percentagens para cada turma. Na Fig. 2 esses mesmos resultados são agrupados por tipo de resposta permitindo uma comparação entre as diferentes turmas.

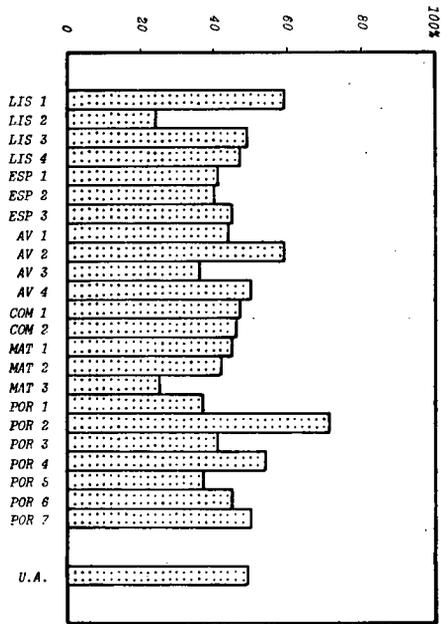
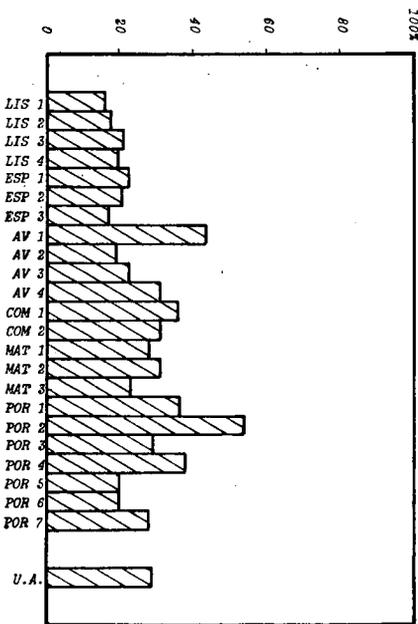
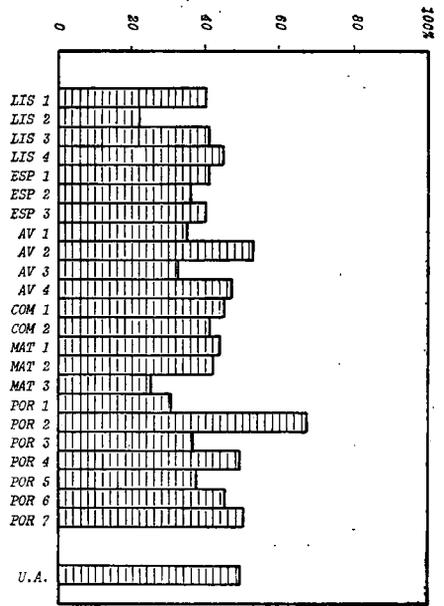
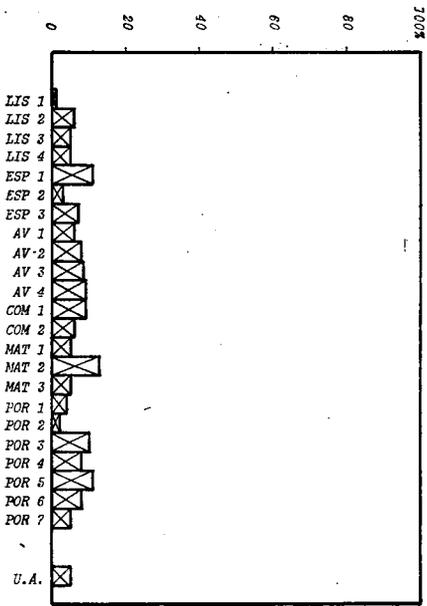


FIGURA 2

Estudámos também a distribuição do número de respostas certas pelos estudantes. A Fig. 3 mostra a curva de distribuição para duas turmas de uma escola de Coimbra e para quatro turmas de uma escola de Aveiro.

Finalmente agrupámos os resultados para cada turma, da maneira exemplificada no Apêndice II, com o fim de os enviar para a escola.

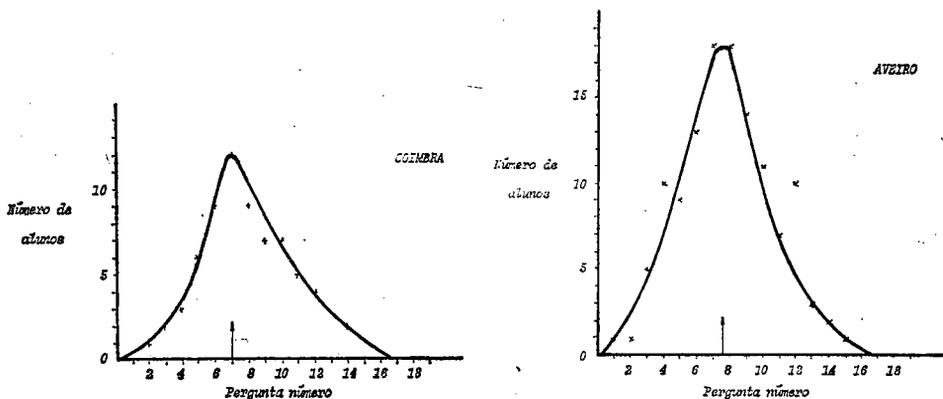


FIGURA 3

Sobre os resultados obtidos julgamos pertinentes as seguintes observações:

1. Não há grandes diferenças entre os estudantes liceais das várias regiões urbanas. As diferenças verificadas são da mesma ordem de grandeza das verificadas entre turmas da mesma escola. Isto indica que os problemas com que se debate e os defeitos que reflecte o ensino liceal da Física em pequenos centros urbanos como Aveiro e Espinho não são diferentes dos verificados em grandes cidades como Lisboa.

2. Tanto quanto o teste o permite avaliar, verificou-se que não existe nenhuma diferença de nível entre raparigas e rapazes.

3. Os resultados traduzidos na «correção relativa», podem ser causa de satisfação se olhados dum ponto de vista imediatista. O princípio de se considerar, em planificação educacional, satisfatório e capacitado para fazer face à educação universitária um aluno que consiga 50% de respostas certas, se aplicado à letra ao nosso teste (dados da Fig. 1), leva à conclusão de que mais de 70% dos estudantes do Liceu têm um nível de conhecimentos suficiente. Uma percentagem bastante alta. Contudo, isto é uma indicação errada por razões que já demos e por outras que enumeraremos a seguir.

4. Os resultados respeitantes às questões que saem fora da rotina são muito piores. As perguntas directas foram introduzidas no teste no

sentido de não chocar e desencorajar os estudantes. No que diz respeito às perguntas mais difíceis pode ver-se, se usarmos ainda os dados da Fig. 1, que somente 27% dos estudantes responderam correctamente.

5. Uma conclusão mais realista e adequada pode obter-se se usarmos os dados da Fig. 3, respeitantes a Aveiro e Coimbra, escolas que se incluem no conjunto de escolas típicas. O número mais provável de respostas certas situa-se entre 7 e 8 em 19. O número que é contudo mais significativo é a percentagem de estudantes que responderam correctamente a mais de metade das questões. No caso de Coimbra essa percentagem é de 42% e no caso de Aveiro 39%. Mas uma vez que havia questões do «Curso Geral» e outras muito directas, calculou-se o número de estudantes que acertaram 13 ou mais questões, número que pensamos indicar de maneira mais realista a capacidade dos estudantes. Este número é inferior a 10% para Coimbra e 5% para Aveiro. Assim concluímos que numa escola média apenas 10% dos estudantes podem responder acertadamente a 75% ou mais das perguntas postas. E uma vez que as escolas consideradas apresentam resultados típicos então aquela conclusão é, em geral, válida.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DO TESTE

Pode argumentar-se que, não sendo o teste oficial e portanto obrigatório, os bons alunos não compareceram. Isto foi-nos apontado pelo professor de uma das escolas. Contudo, não acreditamos que tal facto constituísse uma regra geral sendo a amplitude da amostra (556 alunos) e a sua distribuição por diferentes regiões uma boa garantia para a validade estatística dos nossos resultados.

Um outro argumento, este válido, é que nem todos os estudantes que fizeram o teste cursarão engenharia. Pensamos, no entanto, que o teste versa aspectos do conhecimento que são essenciais e comuns a todos os ramos das ciências físicas.

Os parágrafos seguintes que representam a nossa visão do ensino da Física no Liceu, podem não ser cem por cento certos mas apresentam alguns pontos que reputamos de interesse.

O ensino da Física no Liceu pode ser considerado sob dois aspectos:

1. Estrutural
2. Pedagógico

Referentes ao primeiro aspecto salientamos as observações seguintes que se baseiam no teste em si e ainda no que nos foi comunicado pelos professores:

A. Tópicos importantes como Electricidade e Magnetismo são em muitos casos deixados para o fim do semestre e em alguns casos não são pura e simplesmente ensinados. Por outro lado é gasto um tempo muito grande

com a Mecânica (num caso, 40 H) e apesar disso os alunos não se podem considerar bem apetrechados mesmo quando são capazes de resolver correctamente problemas de triângulos de forças. Assim, na nossa opinião, seria desejável um guia para os professores, guia esse que contivesse não só um programa muito detalhado como o tempo a gastar com cada um dos tópicos.

B. Além do problema dos professores serem muito pouco acessíveis a contactos com os alunos fora das aulas durante todo o ano lectivo, outro aspecto deve ser mencionado. Se com razão a Matemática é um assunto individualizado que merece todo o respeito, do mesmo modo o são a Física e a Química. Atribuir à Física (e à Química) metade da importância atribuída à Matemática não tem razão de ser e apresenta por isso as suas consequências. Uma vez que na esmagadora maioria dos casos o mesmo professor é encarregado de ensinar Física e Química, a profundidade relativa com a qual ele ensina a Física depende não só da sua especialização como do seu interesse.

No que respeita ao aspecto pedagógico julgamos pertinentes as seguintes observações:

A. O facto de os estudantes terem em geral fraca capacidade para resolver problemas, em especial se estes forem novos, evidencia a necessidade de olhar com mais atenção tanto para os testes que são efectuados durante o ano como para os problemas que são resolvidos como exercícios nas aulas. A este respeito foca-se que além das sessões de resolução de problemas deve também dar-se ênfase à realização de trabalhos em casa.

B. A incapacidade dos alunos de resolver problemas relacionados com factos experimentais simples leva-nos a concluir que deve ser insuficiente o equipamento dos Liceus em material de laboratório para Física.

C. O facto de alguns professores pensarem que o teste era muito fácil, ao mesmo tempo que os seus alunos nele conseguiam fracos resultados, aponta para um insuficiente contacto professor-aluno.

D. A maior parte dos professores indicaram que menos de metade dos seus alunos estavam interessados em Física.

NOTA FINAL

O teste apontou um conjunto de problemas com que se debate o ensino da Física, problemas que foram discutidos na secção anterior. Muito importante do ponto de vista do ensino universitário é o facto de o mesmo teste, quando dado a alunos do 2.º ano dum curso de engenharia da Universidade de Aveiro não ter apresentado melhores resultados do que os obtidos pelos estudantes do Liceu⁽³⁾. Este facto mostra o paralelismo

(3) Os resultados do teste estão indicados sob o símbolo U.A. nas Figs. 1 e 2

existente entre os problemas existentes no ensino da Física a nível liceal e a nível universitário.

Sabemos que nenhuma formulações de política educacional podem ser baseadas apenas em testes. Esperamos todavia que seja reconhecido o valor que os testes bem imaginados e sua respectiva interpretação podem assumir na criação de argumentos de base que serviam de ponto de partida para mudanças estruturais.

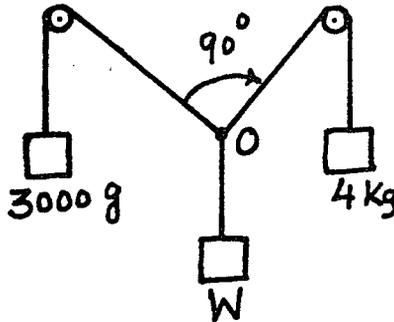
AGRADECIMENTOS

Agradece-se o apoio financeiro da Fundação Gulbenkian que tornou possível a realização deste teste. O autor gostaria também de agradecer aos seus colegas da Universidade de Aveiro pelo seu encorajamento e cooperação e em particular ao Eng. Pedro Guedes de Oliveira e ao Prof. M. F. Thomaz. A Dra. Maria Celeste do Carmo realizou a maior parte da análise dos dados. A sua ajuda é gratamente reconhecida.

APÊNDICE I

P. n.º 2

O desenho representa uma experiência de fios, roldanas e pesos. Quando o ponto O atingiu o repouso, o ângulo entre os fios é como indicado. Qual é o valor do peso w ?



- A. 5000 g A
- B. 2 kg B
- C. 1 kg C
- D. Os dados fornecidos não são suficientes para calcular w D

P. n.º 6

Esta pergunta tem três partes, todas elas simples.

6.1 A unidade do calor específico é:

- A. cal./g A
- B. cal./g °C C
- C. cal./°C C

6.2 Um recipiente perfeitamente isolado do ponto de vista térmico contém 100 g de água, cuja temperatura é de 20°C. Uma quantidade desconhecida de água a ferver é deitada no vaso. Depois de algum tempo

a temperatura estabiliza a 60°C . Qual a quantidade de água quente que foi adicionada?

- | | |
|----------|---|
| A. 20 g | A |
| B. 50 g | B |
| C. 100 g | C |

6.3 Os dados fornecidos em 6.2 são suficientes para calcular o calor específico da água?

- | | |
|--------|---|
| A. sim | A |
| B. não | B |

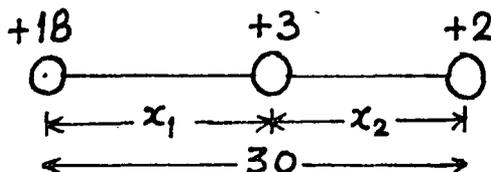
P. n.º 8

Qual das seguintes afirmações sobre um condutor perfeito carregado é correcta?

- | | |
|---|---|
| A. A intensidade do campo eléctrico dentro dum condutor é zero e o potencial aumenta linearmente com a distância do centro à superfície | A |
| B. O potencial é constante e a intensidade do campo eléctrico aumenta com a distância do centro à superfície | B |
| C. A intensidade do campo eléctrico é zero e o potencial é constante | C |
| D. A intensidade do campo eléctrico dentro dum condutor varia como $\frac{1}{r^2}$ e o potencial como $\frac{1}{r}$ | D |

P. n.º 9

Duas cargas positivas, uma de $+18$ Coulombs e outra de $+2$ Coulombs estão fixas entre si à distância de 30 cm. Uma terceira carga de valor



$+3$ Coulombs está colocada entre as duas cargas de tal maneira que aquela não se move. Qual é o valor de x_1/x_2 ?

- | | |
|----------|---|
| A. 9 | A |
| B. $1/3$ | B |
| C. 1 | C |
| D. 3 | D |

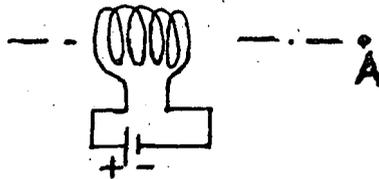
P. n.º 11

Uma lâmpada eléctrica tem as seguintes características escritas: 220V-75W. Esta lâmpada é ligada a uma tensão de 110V. A potência consumida pela lâmpada é:

- A. Um quarto da indicada A
- B. Metade da indicada B
- C. A potência indicada C
- D. Duas vezes a indicada D
- E. Quatro vezes a indicada E

P. n.º 12

Uma bobine ligada aos terminais de uma bateria (ver figura), produz num ponto A situado no eixo da bobine um campo magnético de 5 Gauss.

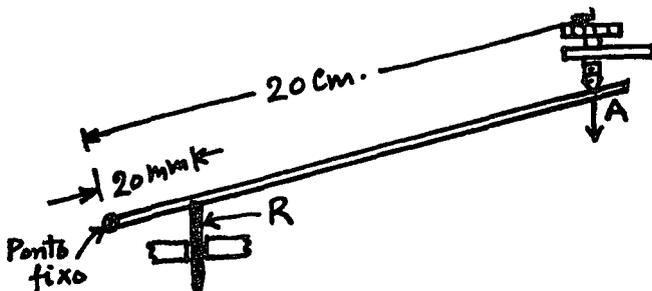


Coloca-se uma segunda bobine, idêntica à primeira, na proximidade desta de modo que os eixos de ambas as bobines fiquem coincidentes. O campo magnético no ponto A torna-se então nulo. Isto aconteceu porque:

- A. A bateria da segunda bobine está descarregada A
- B. A bateria da primeira bobine descarregou-se devido ao efeito de indução da segunda bobine B
- C. A bateria da segunda bobine está ligada no sentido oposto ao da bateria da primeira bobine C
- D. A segunda bobine está interrompida D

P. n.º 15

O seguinte dispositivo é usado para obter pequenos deslocamentos da barra (do eixo) R no sentido indicado na figura. Quando o parafuso P



roda uma volta completa o ponto *A* avança de 1 mm. Quanto avançará o eixo *R* quando o parafuso *P* rodar de $3,6^\circ$?

- A. 0,036 mm A
- B. 0,001 mm B
- C. 0,1 mm C

APÊNDICE II

Nome da Escola e seu endereço:

Liceu José Estêvão
Aveiro

Número de alunos que fizeram o teste: 30

Designação da turma: AV - 1

Resultados:

Tópico	Pergunta n.º	Respostas certas %	Respostas erradas %	Respostas absurdas %
Mecânica	1	83.3	3.3	13.3
	2	86.7	10.0	—
	3	56.7	3.3	16.7
Gravitação	4.1	90.0	0	6.7
	4.2	76.7	23.3	—
	4.3	86.7	13.3	—
Calor e Termodinâmica	5	90.0	10.0	—
	6.1	83.3	0	6.7
	6.2	26.7	13.3	—
	6.3	20.0	26.7	—
	7	36.7	33.3	10.0
Electrostática	8	63.3	3.3	20.0
	9	3.3	63.3	10.0
Corrente eléctrica	10	73.3	26.7	—
	11	36.7	40.0	0
Campo Magnético e Indução	12	3.3	3.3	—
	13	0	10.0	—
Perguntas gerais	14	83.3	6.7	—
	15	10.0	26.7	—

Perguntas que menos de 10% dos alunos responderam:

Indicador de performance global: Indicado na folha anexada conjuntamente com resultados de outras escolas.

Notas especiais para esta escola:

.....

.....

TABELA 1

Lugar	Nome da Escola	N.º de alunos que fizeram o teste	Código para a Figura 1
Aveiro	Liceu José Estêvão		
	Turma 1	30	AV — 1
	Turma 2	30	AV — 2
	Turma 3	30	AV — 3
Coimbra	Turma 4	33	AV — 4
	Liceu Nacional Infanta D. Maria	37	COM — 1
Espinho		36	COM — 2
	Liceu de Espinho		
	Turma 1	21	ESP — 1
	Turma 2	14	ESP — 2
Lisboa	Turma 3	10	ESP — 3
	Liceu de S. João do Estoril	19	LIS — 1
		32	LIS — 2
	Escola Secun. de Torres Novas	18	LIS — 3
Matosinhos		40	LIS — 4
	Liceu de Matosinhos		
	Turma 1	25	MAT — 1
	Turma 2	25	MAT — 2
Porto	Turma 3	17	MAT — 3
	Liceu Rodrigues de Freitas		
	Turma 1	13	POR — 1
	Turma 2	14	POR — 2
	Turma 3	13	POR — 3
	Turma 4	20	POR — 4
	Liceu Garcia da Orta		
Turma 1	33	POR — 5	
Turma 2	32	POR — 6	
	Turma 3	14	POR — 7
	Total	556	
Aveiro	Universidade de Aveiro	35	U. A.