

COMPARAÇÃO DE DESEMPENHOS DOS VESTIBULANDOS EM QUATRO ÁREAS DE CONTEÚDO DE FÍSICA

Bernardo Buchweitz*
Fernando Lang Silveira*

I – INTRODUÇÃO

Desde 1974 os candidatos do concurso vestibular unificado da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e da Fundação Faculdade Federal de Ciências Médicas de Porto Alegre (FFFCMPA) realizam, entre outras, uma prova com 40 questões de múltipla escolha de Matemática e 40 de Física.

Como quase todas as questões da parte de Física podem ser classificadas em quatro áreas de conteúdo – Mecânica, Termodinâmica, Eletricidade-Magnetismo e Ondas – procuramos verificar se há uma diferença significativa entre as médias obtidas pelos vestibulandos nestas áreas ao longo dos anos.

II – ANÁLISE

As questões objetivas das quatro áreas escolhidas geralmente eram subdivididas em vários assuntos, conforme mostra a distribuição que se segue:

- Mecânica: movimentos, forças, quantidade de movimento linear, energia e fluidos.
- Termodinâmica: temperatura, dilatação, primeiro princípio da Termodinâmica e teoria cinética dos gases.
- Eletricidade e Magnetismo: eletrostática, eletrodinâmica, magnetismo e eletromagnetismo.
- Ondas: ondas mecânicas, ondas eletromagnéticas, ótica geométrica e ótica física.

* Do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TABELA 1

Concurso Vestibular Unificado da UFRGS e FFFMPA.
Prova de Física. Número de Questões (N) e média de acertos (X)

| Ano | Conteúdo | | | | | | | | Nº de Vestibulandos | N Anual | Média Anual (%) |
|-------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------------------|---------------|-------|---------------|---------------------|---------|-----------------|
| | Mecânica | | Termodinâmica | | Eletricidade e Magnetismo | | Ondas | | | | |
| | N | \bar{X} (%) | N | \bar{X} (%) | N | \bar{X} (%) | N | \bar{X} (%) | | | |
| 1974 | 14 | 35,80 | 4 | 45,00 | 10 | 32,30 | 7 | 37,70 | 11381 | 35 | 36,23 |
| 1975 | 14 | 40,79 | 4 | 34,00 | 13 | 31,77 | 8 | 28,75 | 16845 | 39 | 34,62 |
| 1976 | 13 | 30,85 | 4 | 35,75 | 13 | 32,54 | 7 | 43,57 | 19061 | 37 | 34,38 |
| 1977 | 14 | 37,50 | 4 | 30,75 | 12 | 30,33 | 8 | 32,38 | 17256 | 38 | 33,45 |
| 1978 | 15 | 32,87 | 4 | 37,50 | 10 | 29,20 | 7 | 31,43 | 22106 | 36 | 32,09 |
| 1979 | 13 | 38,31 | 4 | 35,00 | 11 | 30,55 | 8 | 31,38 | 22623 | 36 | 34,03 |
| 1980 | 15 | 30,20 | 4 | 23,50 | 11 | 33,64 | 7 | 19,00 | 20931 | 37 | 28,38 |
| 1981 | 15 | 31,13 | 4 | 30,00 | 12 | 29,50 | 7 | 31,14 | 22076 | 38 | 30,50 |
| 1982 | 13 | 24,69 | 5 | 31,20 | 10 | 45,60 | 7 | 29,00 | 24529 | 35 | 32,46 |
| Total | 126 | 33,57 | 37 | 33,57 | 102 | 32,66 | 66 | 31,56 | 176808 | 331 | 32,89 |

Certas questões envolviam mais de um assunto dentro da mesma área. Não foram incluídos no estudo os itens sobre assuntos como Erros, Medidas e Física Moderna que variavam de 0 a 2.

A Tabela 1 mostra o número de questões e a média obtida pelos candidatos em cada área de conteúdo ao longo dos nove anos. A partir desta tabela, as médias foram ordenadas de 1 a 4, em ordem decrescente, isto é, a ordem 1 representa a média mais alta e a 4, a mais baixa. A Tabela 2 mostra estes dados em cada ano e a soma das ordens (R_j) em cada área de conteúdo. A análise de variância não-paramétrica é um teste estatístico adequado para estes dados. Assim, calculando o valor de χ^2 , através da fórmula (7.3) do livro de Siegel (1956), obtemos $\chi^2 = 3,27$. Este valor revela que a soma das ordens (R_j) não diferem significativamente e a hipótese de que as médias são as mesmas não pode ser rejeitada ao nível de significância de 0,05. Concluimos que não há diferenças estatisticamente significativas na ordem das médias dos vestibulandos nas quatro áreas de conteúdo ao longo dos anos.

Este resultado se refere ao grupo total de candidatos que realizaram a prova de Física em cada ano. Será este resultado o mesmo para os grupos de desempenho superior, médio e inferior?

Para responder a esta pergunta, vamos repetir a análise estatística para estes três grupos separadamente, considerando como grupo de desempenho superior, aquele formado por 27% dos candidatos que obtiveram os maiores escores totais. Analogamente, o grupo de desempenho inferior é representado por 27% dos vestibulandos com os escores totais inferiores e os 46% restantes formam o grupo de desempenho médio.

As médias dos escores obtidos na prova de Física pelos vestibulandos dos grupos de desempenho superior, médio e inferior nas quatro áreas, ao longo dos anos, estão nas Tabelas 3, 4 e 5, respectivamente.

A partir das Tabelas 3, 4 e 5 construímos as Tabelas 6, 7 e 8, respectivamente, que apresentam a ordem das médias em cada ano para os três grupos. O valor de χ^2 obtido para os dados de cada Tabela mostram que em nenhum caso a diferença na ordem das médias dos vestibulandos nas quatro áreas de conteúdo é estatisticamente significativa ao nível de significância de 0,05.

Embora não esteja diretamente ligado ao estudo acima, para o grupo de desempenho inferior merece consideração o fato de que todas as médias globais por área de conteúdo são inferiores à probabilidade de acerto ao acaso (20%) e que o mesmo se verifica na maioria dos anos (veja Tabela 5). Isto revela que os candidatos que formam esse grupo realmente não estavam preparados para realizar esta prova e, além disso, provavelmente foram infelizes em acertar as questões "no chute", uma vez que foram induzidos a escolher a alternativa correta menos vezes do que as demais.

TABELA 2

Ordem decrescente das médias obtidas pelos vestibulandos em cada ano nas áreas de Mecânica (M), Termodinâmica (T), Eletricidade e Magnetismo (EM) e Ondas (O).

| ANO | CONTEÚDO | | | |
|---|----------|----|----|----|
| | M | T | EM | O |
| 1974 | 3 | 1 | 4 | 2 |
| 1975 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1976 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| 1977 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| 1978 | 2 | 1 | 4 | 3 |
| 1979 | 1 | 2 | 4 | 3 |
| 1980 | 2 | 3 | 1 | 4 |
| 1981 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| 1982 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| R_j | 20 | 19 | 28 | 23 |
| $\chi^2 = 3,27$ (diferença não significativa) | | | | |

TABELA 3

Concurso Vestibular Unificado da UFRGS e FFFCMPA – Prova de Física
Médias obtidas pelos vestibulandos de desempenho superior em cada ano nas áreas de
Mecânica (M), Termodinâmica (T), Eletricidade e Magnetismo (EM) e Ondas (O).

| ANO | CONTEÚDO | | | | MÉDIA ANUAL (%) |
|------------------|----------|-------|--------|-------|-----------------|
| | M (%) | T (%) | EM (%) | O (%) | |
| 1974 | 54,14 | 66,47 | 54,51 | 54,24 | 55,67 |
| 1975 | 63,51 | 54,11 | 46,05 | 43,07 | 52,53 |
| 1976 | 51,12 | 49,74 | 50,56 | 57,98 | 52,07 |
| 1977 | 51,11 | 42,93 | 49,90 | 56,61 | 51,02 |
| 1978 | 50,32 | 58,97 | 49,52 | 49,53 | 50,91 |
| 1979 | 60,75 | 53,48 | 47,88 | 47,77 | 53,13 |
| 1980 | 50,31 | 34,32 | 46,17 | 32,35 | 43,95 |
| 1981 | 47,43 | 46,63 | 46,43 | 48,28 | 47,19 |
| 1982 | 38,21 | 53,35 | 63,69 | 49,95 | 49,20 |
| Média global (%) | 51,86 | 51,17 | 50,23 | 48,45 | 50,60 |

TABELA 4

Concurso Vestibular Unificado da UFRGS e FFFCMPA – Prova de Física
Médias obtidas pelos vestibulandos de desempenho médio em cada ano nas áreas de
Mecânica (M), Termodinâmica (T), Eletricidade e Magnetismo (EM) e Ondas (O).

| ANO | CONTEÚDO | | | | MÉDIA ANUAL (%) |
|------------------|----------|-------|--------|-------|-----------------|
| | M (%) | T (%) | EM (%) | O (%) | |
| 1974 | 33,88 | 42,13 | 28,89 | 36,82 | 33,99 |
| 1975 | 37,66 | 31,71 | 30,07 | 27,45 | 32,43 |
| 1976 | 27,12 | 34,89 | 30,46 | 43,24 | 32,18 |
| 1977 | 34,43 | 30,18 | 27,10 | 27,72 | 30,26 |
| 1978 | 30,25 | 33,77 | 27,01 | 29,14 | 29,53 |
| 1979 | 34,60 | 32,81 | 27,03 | 28,48 | 30,73 |
| 1980 | 27,07 | 22,79 | 32,85 | 20,22 | 27,03 |
| 1981 | 28,93 | 28,05 | 27,28 | 28,94 | 28,32 |
| 1982 | 22,91 | 27,41 | 44,64 | 26,35 | 30,45 |
| Média global (%) | 30,77 | 31,42 | 30,43 | 29,73 | 30,53 |

TABELA 5

Concurso Vestibular Unificado da UFRGS e FFFCMPA – Prova de Física
Médias obtidas pelos vestibulandos de desempenho inferior em cada ano nas áreas de
Mecânica (M), Termodinâmica (T), Eletricidade e Magnetismo (EM) e Ondas (O).

| ANO | CONTEÚDO | | | | MÉDIA ANUAL (%) |
|------------------|----------|-------|--------|-------|-----------------|
| | M (%) | T (%) | EM (%) | O (%) | |
| 1974 | 22,84 | 22,44 | 20,27 | 24,84 | 22,46 |
| 1975 | 23,25 | 17,85 | 20,27 | 16,94 | 20,41 |
| 1976 | 16,27 | 22,92 | 18,28 | 29,00 | 20,14 |
| 1977 | 21,38 | 20,49 | 16,09 | 15,84 | 18,45 |
| 1978 | 19,45 | 21,91 | 14,28 | 17,84 | 17,97 |
| 1979 | 22,09 | 20,12 | 18,75 | 20,39 | 20,47 |
| 1980 | 15,63 | 14,87 | 22,39 | 12,04 | 16,88 |
| 1981 | 18,50 | 16,79 | 16,91 | 18,40 | 17,80 |
| 1982 | 14,91 | 16,63 | 29,34 | 16,46 | 19,32 |
| Média global (%) | 19,28 | 19,26 | 19,51 | 19,02 | 19,39 |

TABELA 6

Ordem decrescente das médias obtidas pelos vestibulandos de desempenho superior em cada ano nas áreas de Mecânica (M), Termodinâmica (T), Eletricidade e Magnetismo (EM) e Ondas (O).

| ANO | CONTEÚDO | | | |
|----------------|----------|----|----|----|
| | M | T | EM | O |
| 1974 | 4 | 1 | 2 | 3 |
| 1975 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1976 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| 1977 | 2 | 4 | 3 | 1 |
| 1978 | 2 | 1 | 4 | 3 |
| 1979 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1980 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| 1981 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| 1982 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| R _j | 19 | 22 | 25 | 24 |

$\chi^2 = 1,4$ (diferença não significativa)

TABELA 7

Ordem decrescente das médias obtidas pelos vestibulandos de desempenho médio em cada ano nas áreas de Mecânica (M), Termodinâmica (T), Eletricidade e Magnetismo (EM) e Ondas (O).

| ANO | CONTEÚDO | | | |
|----------------|----------|----|----|----|
| | M | T | EM | O |
| 1974 | 3 | 1 | 4 | 2 |
| 1975 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1976 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| 1977 | 1 | 2 | 4 | 3 |
| 1978 | 2 | 1 | 4 | 3 |
| 1979 | 1 | 2 | 4 | 3 |
| 1980 | 2 | 3 | 1 | 4 |
| 1981 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| 1982 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| R _j | 20 | 18 | 28 | 24 |

$\chi^2 = 3,93$ (diferença não significativa)

TABELA 8

Ordem decrescente das médias obtidas pelos vestibulandos de desempenho inferior em cada ano nas áreas de Mecânica (M), Termodinâmica (T), Eletricidade e Magnetismo (EM) e Ondas (O).

| ANO | CONTEÚDO | | | |
|----------------|----------|----|----|----|
| | M | T | EM | O |
| 1974 | 3 | 1 | 4 | 2 |
| 1975 | 1 | 3 | 2 | 4 |
| 1976 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| 1977 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1978 | 2 | 1 | 4 | 3 |
| 1979 | 1 | 3 | 4 | 2 |
| 1980 | 2 | 3 | 1 | 4 |
| 1981 | 1 | 4 | 3 | 2 |
| 1982 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| R _j | 19 | 21 | 25 | 25 |

$\chi^2 = 1,8$ (diferença não significativa)

III - CONCLUSÕES

A análise estatística dos dados das provas de Física de nove vestibulares da UFRGS e FFCMPA revela que as médias dos vestibulandos nas áreas de conteúdo de Mecânica, Termodinâmica, Eletricidade-Magnetismo e Ondas não foram significativamente diferentes. Este desempenho equivalente nas quatro áreas se verificou para o grupo total de vestibulandos e para os subgrupos de desempenho superior, médio e inferior.

Considerando que os escores obtidos nas provas revelam o grau de conhecimento (ou aprendizagem) dos vestibulandos, podemos concluir que este não é significativamente diferente nas quatro áreas de conteúdo escolhidas. Este resultado poderia não ser o esperado para aqueles que acham que os candidatos vêm melhor preparados em Mecânica, ou que Eletricidade e Magnetismo são mais difíceis que o conteúdo das outras áreas, ou que Ondas se estuda muito pouco no segundo grau. As razões que causaram este resultados não são conhecidas e certamente diversas hipóteses podem ser levantadas em torno do assunto.

REFERÊNCIA

SIEGEL, S. (1956). *Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences*. New York, McGraw-Hill Book Company.