

PESOS NOMINAIS E PESOS EFETIVOS NO VESTIBULAR DO CEECEM

CARMEN LÚCIA DE MELO BARROSO

Na grande maioria das vezes, os escores obtidos em testes educacionais e psicológicos, assim como as notas e conceitos atribuídos pelo professor, não constituem medidas absolutas. Para interpretar o significado da nota de um indivíduo, não basta conhecer o seu valor. É necessário compará-la a um esquema de referência mais amplo, que pode ser um critério fixado a priori, no caso de avaliação de objetivos operacionalmente especificados, ou a distribuição das notas obtidas pelos demais alunos, quando se pretende comparar diferenças individuais.

A necessidade de interpretar a nota de um indivíduo em função da distribuição das notas do grupo é bastante evidente no exame vestibular, que tem caráter classificatório, onde o que realmente importa é a posição relativa do indivíduo no grupo. Como o objetivo é selecionar os "melhores", a admissão de um candidato qualquer dependerá do número daqueles que obtiveram escores mais altos que o seu.

Em quase todos os vestibulares, o candidato obtém, não apenas um, mas diversos escores em várias provas a que se submete. Isto porque a definição de candidato desejável compreende diversas dimensões. Uma vez que o curso — para o qual ele é selecionado — exige grande variedade de conhecimentos e habilidades, não é possível tomar uma decisão de seleção levando em conta apenas a nota obtida em uma prova. É necessário combinar os resultados obtidos em diversas provas, para

que se tenha do candidato uma descrição tão completa quanto possível.

Assim, a classificação dos candidatos é realizada em função de uma medida composta, o escore global, que geralmente é a simples soma dos resultados das várias provas, se todas elas são consideradas igualmente importantes.

Neste procedimento, um fato básico passa despercebido. É que o resultado final dependerá mais de umas provas do que de outras, ainda que todas elas tenham recebido pesos iguais a 1. Numa publicação anterior, tivemos oportunidade de usar um exemplo numérico para mostrar como isto ocorre (1).

Da mesma forma, quando julgamos que algumas variáveis são mais importantes do que outras, e atribuímos pesos diferentes às diferentes provas, não temos garantia de que a contribuição de cada prova dependa exclusivamente do peso que lhe é deliberadamente atribuído, seu peso nominal.

Devemos distinguir este peso nominal — que é a constante pela qual os escores de uma prova são multiplicados — e o peso efetivo, que aqui é definido como a contribuição dos escores de uma prova para a variância do escore global. Das várias definições apresentadas desde Wilks (1938), esta é a que tem sido amplamente aceita na literatura especializada (Wang e Stanley, 1970), e que é a mais adequada para o caso do vestibular, onde o fato de um candidato ser aceito ou

rejeitado dependerá, não do valor absoluto do seu escore global, mas da distribuição de escores globais dos candidatos que com ele estão competindo.

Sabe-se que, quando diversas variáveis são combinadas linearmente, formando um composto, a contribuição de cada variável componente para a variância do composto depende: de sua variância, de suas covariâncias com as demais variáveis componentes, e dos pesos nominais (ver Apêndice I). Conforme já tivemos oportunidade de salientar, se queremos que os pesos efetivos sejam iguais aos pesos nominais, isto é, "se queremos que a nossa atribuição de importância a cada variável seja respeitada, precisamos controlar as variâncias e as covariâncias" (Barroso, 1971).

O presente estudo investiga as diferenças entre os pesos efetivos e os pesos nominais, utilizando uma amostra de 64 alunos admitidos na Faculdade de Odontologia da USP, em 1966, através do vestibular do Cescem.

Resultados

A Tabela I mostra que as maiores variâncias são as de Conhecimentos Gerais e Inglês, e a menor é a de Nível Intelectual.

TABELA I

Prova	Média	Variância
Física	49,37	67,69
Química	56,23	72,60
Biologia	52,03	65,44
Matemática	34,84	78,96
Português	48,30	76,67
Inglês	49,18	217,65
Conhecimentos Gerais	49,97	135,27
Nível Intelectual	56,34	48,53
Escore Global	309,48	537,57

Pode-se esperar, portanto, que o peso efetivo de Nível Intelectual seja menor que o seu peso nominal, e que o contrário ocorra com Conhecimentos Gerais e Inglês.

TABELA II

MATRIZ DE VARIÂNCIA — COVARIÂNCIA

Prova	Física	Química	Biologia	Matemática	Português	Inglês	C. Gerais	Nível Intelectual
Física	67,69	25,71	9,98	7,54	— 18,86	— 6,40	— 14,27	— 13,50
Química	25,71	72,60	22,94	— 4,60	— 6,24	6,06	— 0,56	— 19,80
Biologia	9,98	22,94	65,44	— 0,19	— 1,72	27,04	13,02	— 5,54
Matemática ...	7,54	— 4,60	— 0,19	78,96	— 7,16	— 15,17	— 7,02	8,90
Português	— 18,86	— 6,24	— 1,72	— 7,16	76,67	49,42	57,56	28,26
Inglês	— 6,40	6,06	27,04	— 15,17	49,42	217,65	53,96	6,23
C. Gerais	— 14,27	— 0,56	13,02	— 7,02	57,56	53,96	135,27	19,64
N. Intelectual .	— 13,50	— 19,80	— 5,54	8,90	28,26	6,23	19,64	48,53
Escore Global .	73,56	96,76	107,74	44,44	93,97	167,58	130,20	45,73

Na Tabela II observamos que, de um modo geral, as menores covariâncias são as da prova de Matemática, o que nos mostra que seu peso efetivo será menor que seu peso nominal. Como, de fato, é o que observamos

na Tabela III, onde os pesos efetivos foram calculados diretamente a partir das covariâncias de cada prova com o escore global⁽²⁾. Na terceira coluna, apresentamos os pesos efetivos transformados para que sua média seja

igual a dos pesos nominais, e possam, então, ser mais facilmente comparados. Na quarta coluna, podemos observar que as maiores dis-

crepâncias entre pesos efetivos e pesos nominais, são as de Matemática, Inglês e Nível Intelectual.

TABELA III
ESCORES BRUTOS

Prova	Peso Nominal (p_i)	Peso Efetivo (c_i)	Peso Efetivo Transformado (c'_i)	Diferença ($c'_i - p_i$)
Física	1,00	73,56	0,84	— 0,16
Química	1,00	96,76	1,10	0,10
Biologia	1,00	107,74	1,23	0,23
Matemática	0,60	26,66	0,30	— 0,30
Português	0,70	65,78	0,75	0,05
Inglês	0,40	67,03	0,76	0,36
Conhecimentos Gerais	0,40	52,06	0,59	0,19
Nível Intelectual	1,00	45,73	0,52	— 0,48
$\Sigma p_i = 6,10$			$\Sigma c'_i - p_i = 1,87$	

A adoção de escores padronizados tem sido recomendada como meio de corrigir estas distorções quando, em média, as covariâncias de cada variável com as demais não apresentem grandes diferenças⁽³⁾. No presente caso, já vimos que elas apresentam diferenças. No entanto, calculamos os pesos efetivos que as provas teriam, caso tivessem sido padronizadas, para que tenhamos uma idéia do grau da redução das discrepâncias entre pesos

efetivos e pesos nominais, que pode ser obtida através do uso de escores padronizados.

Já que as variâncias são todas igualadas a 1, mas as covariâncias permanecem não controladas, é de se prever que a padronização altere substancialmente os pesos efetivos de Conhecimentos Gerais e de Nível Intelectual, mas não afete o peso efetivo de Matemática, que resulta das pequenas magnitudes de suas covariâncias.

TABELA IV
ESCORES PADRONIZADOS

Prova	Peso Nominal (p_i)	Peso Efetivo (c_{zi})	Peso Efetivo Transformado (c'_{zi})	Diferença ($c'_{zi} - p_i$)
Física	1,00	1,08	0,98	— 0,02
Química	1,00	1,29	1,17	0,17
Biologia	1,00	1,51	1,36	0,36
Matemática	0,60	0,39	0,35	— 0,25
Português	0,70	0,78	0,70	0,00
Inglês	0,40	0,40	0,36	— 0,04
Conhecimentos Gerais	0,40	0,44	0,40	0,00
Nível Intelectual	1,00	0,86	0,78	— 0,22
			$\Sigma c'_{zi} - p_i = 1,06$	

De fato, é o que se observa na Tabela IV, onde os pesos efetivos foram obtidos somando os produtos dos pesos nominais e das intercorrelações entre as provas (Nunnally, 1967; 141).

Com exceção de Química e Biologia, todas as discrepâncias diminuíram. A soma dos desvios absolutos em relação aos pesos nominais diminuiu de 1,87 para 1,06. A padronização, portanto, contribui consideravelmente para que os pesos nominais sejam obedecidos, mas não é suficiente quando as covariâncias não são iguais.

Discussão

Tanto as variâncias como as covariâncias, estão sujeitas a flutuação amostral. Portanto, os pesos efetivos aqui obtidos dificilmente serão observados em outras amostras. Por se tratar de pequeno grupo de candidatos, escolhidos para determinada escola, seus resultados não podem ser generalizados para o grupo de candidatos concorrentes a todas as escolas. A propósito, é surpreendente como os dados referentes a este grupo apresentam estabilidade de ano para ano, apesar de se tratar de provas diferentes aplicadas a indivíduos diferentes (ver Apêndice II).

Ainda que não generalizáveis, os resultados são úteis para mostrar, numa situação específica, como o peso efetivo não depende apenas do peso nominal, quando as variâncias e as covariâncias não são controladas.

Este controle se justifica se não houver dúvida a respeito da validade dos pesos nominais, que devem ser objeto de cuidadosa deliberação a fim de que expressem adequadamente os objetivos mais amplos do processo de seleção. O uso de regressões lineares múltiplas, para determinar empiricamente os pesos, apresenta problemas, por requerer amostras maiores que o número de alunos admitidos anualmente a cada Faculdade, e por depender de um critério válido, dificilmente en-

contrável. No caso do Vestibular de Odontologia, os pesos nominais de Matemática, Português, Inglês e Conhecimentos Gerais, já foram aumentados para 70, 100, 50 e 50, respectivamente. Parece-nos que o peso de Conhecimentos Gerais deveria ser ainda maior, uma vez que é de importância fundamental, para o indivíduo, conhecer as forças atuantes no mundo em que vive, matéria que não será mais objeto de estudo uma vez que inicie o curso universitário, de caráter eminentemente técnico-científico.

Outro ponto a salientar é que a adoção de escores padronizados pressupõe a elaboração cuidadosa das provas. Na ausência desta, as provas com variâncias pequenas serão menos fidedignas e a introdução da padronização terá a indesejável consequência de lhes aumentar o peso.

Outro aspecto a considerar é que as alterações introduzidas no escore global pelos diferentes conjuntos de pesos, geralmente não serão muito grandes. Gulliksen (1950) apresenta uma fórmula para a correlação de duas somas ponderadas (o mesmo conjunto de escores ponderados diferentemente).

Suas conclusões são que a ponderação só pode apresentar grandes alterações se:

- a) é pequeno o número de variáveis a combinar.
- b) a intercorrelação média entre as variáveis é 0,50 ou menos.
- c) o desvio padrão dos pesos é grande em relação à sua média.
- d) a correlação entre os 2 conjuntos de pesos é baixa.

Finalmente, é preciso observar que a forma da distribuição dos escores de uma prova pode afetar seu peso efetivo. Cliff (1960) estudou um composto formado de 2 testes: um assimétrico à direita, o outro à esquerda, ambos com variâncias iguais. A variável assimé-

trica positiva contribuiu mais para a variância do composto nos percentis superiores, e a outra variável contribuiu mais nos percentis inferiores.

Conclusão

A ponderação de provas envolve uma série de considerações de diversas naturezas. Em certos sentidos, depende tanto de considerações teóricas como de evidências empíricas. A adoção de escores padronizados representa uma contribuição para manter sob controle a influência relativa das diversas provas, de acordo com a importância que lhes atribuímos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROSO, C. L. de M. (1971) — A Comparabilidade de Escalas para a Atribuição de Pesos em Exames de Seleção. *Revista Interamericana de Psicologia*, 5, 105-111.
- CLIFF, R. (1960) — The effect of unlike distributions on the weights of variables *Ed. and Psych. Meas.*, 20, 305-310.
- GULLIKSEN, H. (1950) — *Theory of Mental Tests* NY Wiley.
- MAGNUSSON, D. (1967) — *Test Theory* Reading, Mass.; Addison Wesley.
- NUNNALLY, J. C. (1967) — *Psychometric Theory* N. York: McGraw-Hill.
- WANG, M. W. e STANLEY, J. C. (1970) — Differential Weighting; a Review of Methods and Empirical Studies — *Rev. of Ed. Res.* 40, (5), 663-705.
- WILKS, S. S. (1938) — Weighting systems for linear functions of correlated variables when there is no dependent variable. *Psychometrika* 3, 23-40.

NOTAS

1. "Suponhamos que serão selecionados os candidatos que conheçam melhor Matemática, Português, Física e Inglês. Neste caso hipotético, as quatro matérias são consideradas igualmente importantes e, portanto, o

peso 1 é atribuído a cada uma delas, afim de que a classificação final seja influenciada igualmente pelas quatro provas.

Apenas três alunos submetem-se às provas e obtêm os seguintes resultados:

Alunos \ Provas	Português	Matemática	Física	Inglês	Nota Global	Classificação final
A	6	6	6	2	20	3.º
B	5	5	5	10	25	1.º
C	4	4	4	9	21	2.º

O indivíduo A é o melhor aluno em três matérias: Português, Matemática e Física. Somente em Inglês ele é o pior. Apesar disto, é classificado em último lugar, prevalecendo a influência da prova de Inglês. Poder-se-ia argumentar (por exemplo) que a diferença entre o conhecimento de Português do aluno A e o conhecimento de Português do aluno B é menor que a diferença entre os conheci-

mentos de Inglês destes dois alunos. Entretanto, como vimos anteriormente, em provas diferentes, as mesmas notas podem corresponder a diferentes graus de conhecimentos. Só poderíamos fazer uma afirmação a respeito das diferenças observadas se as notas das provas estivessem transformadas para a mesma escala." (Fundação Carlos Chagas, *Manual do Candidato*, 1972, pág. II-6).

2. Magnusson (1967; 213-214) demonstra que a contribuição de um item para a variância do teste total (a variância do item mais as suas covariâncias com os demais itens) é igual a covariância do item com o teste. Obviamente, o mesmo se aplica para provas e escore global.

3. O escore padronizado é a transformação do escore bruto de acordo com a seguinte fórmula:

$$z = \frac{x - \bar{X}}{s}$$

onde:

X = escore bruto

\bar{X} = média dos escores brutos

s = desvio padrão dos escores brutos

As variâncias das distribuições de escores z são sempre iguais a 1.

APÊNDICE I

Designando o escore global por X_g , podemos escrever:

$$X_g = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8$$

onde:

X_1 = escore de Física

X_2 = escore de Química

X_3 = escore de Biologia

X_4 = escore de Matemática

X_5 = escore de Português

X_6 = escore de Inglês

X_7 = escore de Conhecimentos Gerais

X_8 = escore de Nível Intelectual

Como a média do escore global (\bar{X}_g) é igual a soma das médias dos escores de cada prova ($\bar{X}_i, i = 1, \dots, 8$), podemos converter para desvios escrevendo:

$$x_g - \bar{X}_g = (x_1 - \bar{X}_1) + (x_2 - \bar{X}_2) + \dots + (x_8 - \bar{X}_8)$$

Usando x minúsculo para representar o desvio, escrevemos:

$$x_g = x_1 + x_2 + \dots + x_8$$

Como a variância é a média dos desvios quadrados, obtemos:

$$\frac{\sum x_g^2}{N} = \frac{\sum (x_1 + x_2 + \dots + x_8)^2}{N}$$

Expandindo o numerador da equação, obtemos a soma de todos os termos da matriz:

$$\begin{array}{cccccc} \sum x_1^2 & \sum x_1 x_2 & \sum x_1 x_3 & \dots & \sum x_1 x_8 \\ \sum x_1 x_2 & \sum x_2^2 & \sum x_2 x_3 & \dots & \sum x_2 x_8 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ \sum x_1 x_8 & \sum x_2 x_8 & \sum x_3 x_8 & \dots & \sum x_8^2 \end{array}$$

Dividindo por N , temos a soma de todos os termos da matriz de variância e covariância:

$$s_g^2 = \sum_{i=1}^8 s_i^2 + \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 \text{cov}(x_i x_j) \quad (i \neq j)$$

A contribuição de uma prova qualquer i para a variância do escore global é dado por:

$$c_i = s_i^2 + \sum_{j=1}^8 \text{cov}(x_i x_j) \quad (i \neq j)$$

Portanto, sua contribuição depende de suas $n - 1$ covariâncias com as demais provas.

Se atribuímos um conjunto de pesos nominais p_i ($i = 1, \dots, 8$) ao conjunto das provas, o escore global é dado por:

$$X_{gp} = p_1 X_1 + p_2 X_2 + \dots + p_8 X_8$$

A variância de uma soma ponderada é obtida por uma extensão do processo de obtenção da variância, acima apresentada.

$$s_{gp}^2 = \sum_{i=1}^8 p_i^2 s_i^2 + \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^8 p_i p_j \text{cov}(x_i x_j) \quad (i \neq j)$$

A contribuição de uma prova passa a depender não só de sua variância e suas covariâncias, mas também dos pesos nominais.

$$c_j = p_i^2 s_i^2 + \sum_{j=1}^8 p_i p_j \text{cov}(x_i x_j) \quad (i \neq j)$$

APÊNDICE II

MATRIZ DE COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE AS PROVAS DO VESTIBULAR — CANDIDATOS DO CESCEM A TODAS AS FACULDADES

1967 (N = 5758)

	Química	Biologia	Matemática	Português	Inglês	Conhecimentos Gerais	Nível Intelectual
Física	0,82	0,76	0,76	0,54	0,50	0,37	0,51
Química		0,80	0,76	0,56	0,54	0,39	0,49
Biologia			0,69	0,56	0,55	0,40	0,46
Matemática				0,57	0,54	0,36	0,55
Português					0,64	0,59	0,64
Inglês						0,50	0,53
Conhecimentos Gerais ..							0,54

MATRIZ DE COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE AS PROVAS DO VESTIBULAR — AMOSTRA DE CANDIDATOS DO CESCEM A TODAS AS FACULDADES DA ÁREA BIOLÓGICA, E QUE FORAM SELECIONADOS PARA O EXAME PRÁTICO — 1970

(N = 400)

	Química	Biologia	Matemática	Português	Inglês	Conhecimentos Gerais	Nível Intelectual	Práticos
Física	0,83	0,76	0,79	0,60	0,58	0,44	0,51	0,62
Química		0,81	0,76	0,62	0,62	0,47	0,46	0,61
Biologia			0,67	0,65	0,63	0,49	0,40	0,56
Matemática				0,60	0,60	0,42	0,54	0,57
Português					0,67	0,53	0,45	0,48
Inglês						0,49	0,39	0,46
Conhecimentos Gerais							0,23	0,38
Nível Intelectual								0,44

MATRIZ DE COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE AS PROVAS DO VESTIBULAR — AMOSTRA DE CANDIDATOS DO CESCEM A TODAS AS FACULDADES, E QUE OPTARAM PELA PROVA DE INGLÊS — 1971

(N = 400)

	Química	Biologia	Matemática	Português	Inglês	Conhecimentos Gerais
Física	0,78	0,76	0,75	0,53	0,41	0,45
Química		0,79	0,79	0,56	0,42	0,47
Biologia			0,72	0,60	0,48	0,56
Matemática				0,56	0,43	0,46
Português					0,60	0,53
Inglês						0,43

MATRIZ DE COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE AS PROVAS DO VESTIBULAR — CANDIDATOS DO CESCEM AS FACULDADES DE MEDICINA, E QUE OPTARAM PELA PROVA DE INGLÊS — 1972

(N = 6836)

	Química	Biologia	Matemática	Português	Inglês	Conhecimentos Gerais
Física	0,82	0,78	0,79	0,56	0,53	0,59
Química		0,81	0,81	0,53	0,50	0,58
Biologia			0,74	0,56	0,54	0,61
Matemática				0,56	0,54	0,54
Português					0,67	0,53
Inglês						0,50

DESVIO-PADRÃO

Prova	Ano	1967	1968	1969	1970 b	1971	1972
	Física		11,41		8,23	8,43	7,67
Química		12,66	12,55	11,43	7,09	10,96	10,07
Biologia		10,97	11,59	11,74	10,36 c	9,21	8,50
Matemática		10,51	8,44	8,41	7,62	8,79	8,91
Inglês		13,67	14,92	14,44	12,77	9,08	11,71
Conhecimentos Gerais		11,99 a	8,39	8,91	7,38	7,99	7,99
Português		10,82	12,29	11,18	10,05	10,82	11,68

- a) Número de itens = 100.
- b) Amostra inclui apenas candidatos cuja primeira opção era carreira não biológica.
- c) Amostra inclui apenas candidatos que foram convocados para o Exame Prático.