

COEFICIENTE BETA: ESTIMATIVA DO COEFICIENTE DE FIDEDIGNIDADE DE UMA VARIÁVEL COMPÓSITA

Fernando Lang da Silveira*

INTRODUÇÃO

Uma variável compósita é uma variável obtida da soma de diversas outras. Os compósitos são muito comuns nas medidas educacionais e psicológicas. Por exemplo, o escore total em um teste de rendimento escolar é obtido somando-se os escores em diversos itens. A média final em uma disciplina também é um compósito, pois ela é obtida da soma de diversos graus parciais.

O coeficiente de fidedignidade dos compósitos pode ser estimado através do coeficiente alfa (Cronbach, 1951), que é apresentado abaixo.

$$r_{TT} \approx \alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right] \quad (1)$$

S_i^2 - variância do i-ésimo componente (i-ésima variável do compósito).

S_T^2 - variância do compósito (variância do escore total).

O coeficiente alfa é uma subestimativa do coeficiente de fidedignidade (Lord, 1968), a menos que o escore verdadeiro em cada componente difira apenas por uma constante. Também de acordo com Lord (1968), a discrepância entre o coeficiente alfa e o coeficiente de fidedignidade é importante quando o compósito contiver poucas componentes e for heterogêneo.

Subestimar o coeficiente de fidedignidade traz problemas quando se faz a correção para atenuação no coeficiente de correlação entre duas variáveis; a correção levará a uma superestimativa da verdadeira correlação (Lord, 1968). O mesmo problema ocorre quando

* Do Instituto de Física da UFRGS e do Instituto de Física e da Faculdade de Educação da PUCRS.

se faz a correção para atenuação nos testes de significância estatística para diferenças entre médias (Silveira, 1981).

Quando se desejar fazer a correção para atenuação, a estimativa do coeficiente de fidedignidade deve ser a mais otimista possível, determinando que a correção se torne mais conservadora, levando a um resultado mais próximo da realidade.

O objetivo do presente trabalho é deduzir uma equação que permita estimar o coeficiente de fidedignidade a partir da análise de consistência interna do compósito. Mostra-se, empiricamente, que essa estimativa dá resultados mais elevados que o coeficiente alfa.

DEDUÇÃO DO COEFICIENTE BETA

Conforme Mulaik (1972), o coeficiente de fidedignidade da variável "i" (r_{ii}) é igual ou maior do que a comunalidade dessa variável (h_i^2). A comunalidade é a proporção da variância da variável "i" que é compartilhada por outras variáveis. O mesmo autor demonstra que a comunalidade é igual ou maior do que o quadrado do coeficiente de correlação múltipla entre essa variável e as outras variáveis (R_i^2). Esses resultados podem ser escritos da seguinte forma:

$$r_{ii} \geq h_i^2 \geq R_i^2 \quad (2)$$

Ghiselli (1964) mostra que o coeficiente de correlação múltipla é igual ou maior do que o coeficiente de correlação entre a variável "i" e a variável compósita obtida da soma simples (com pesos iguais) das demais variáveis. Transpondo esse resultado para a análise de consistência interna do compósito significa que o coeficiente de correlação múltipla entre a variável "i" e as demais variáveis do compósito é igual ou maior do que o coeficiente de correlação entre a variável "i" e o escore total nas demais variáveis do compósito ($r_i(T-i)$).

$$R_i \geq r_i(T-i) \quad (3)$$

A partir de (2) e (3) pode-se escrever:

$$r_{ii} \geq r_i^2(T-i) \quad (4)$$

Fica então provado que o coeficiente de fidedignidade da variável "i" é igual ou maior do que o quadrado do coeficiente de correlação entre a variável "i" e o escore total nas demais variáveis do compósito.

Conforme Nunnally (1967), o coeficiente de correlação entre a variável "i" e o escore total nas demais variáveis do compósito é igual ou menor do que o coeficiente de correlação entre a variável "i" e o escore total do compósito (r_{iT}).

$$r_i(T-i) \leq r_{iT} \quad (5)$$

Os resultados (4) e (5) permitem tomar como estimativa do coeficiente de fidedignidade da variável "i" o quadrado do coeficiente de correlação entre a variável "i" e o escore total no compósito.

$$r_{ii} \approx r_{iT}^2 \quad (9)$$

O resultado (6) já foi encontrado por Richardson (1936) partindo de hipótese bastante forte (paralelismo entre as variáveis do compósito). Essa presunção não ocorreu em qualquer momento do presente trabalho.

Nunnally (1967) demonstra que o coeficiente de fidedignidade de um compósito pode ser obtido a partir dos coeficientes de fidedignidade das componentes (r_{ii}), das variâncias das componentes (S_i^2) e da variância do escore total do compósito (S_T^2). Ele é dado pela seguinte equação:

$$r_{TT} = 1 - \frac{\sum (1 - r_{ii}) S_i^2}{S_T^2} \quad (7)$$

Substituindo-se o resultado (6) em (7), obtém-se

$$r_{TT} \approx 1 - \frac{\sum (1 - r_{iT}^2) S_i^2}{S_T^2} \quad (8)$$

O lado direito do resultado anterior denominaremos de coeficiente beta. Portanto, o coeficiente beta é uma estimativa do coeficiente de fidedignidade do composto.

$$r_{TT} \approx \beta = 1 - \frac{\sum (1 - r_{iT}^2) S_i^2}{S_T^2} \quad (9)$$

Comparando-se (1) com (9) constata-se que, para calcular o coeficiente beta, é necessário mais informação do que para calcular o coeficiente alfa. Necessita-se conhecer os coeficientes de correlação entre cada variável do composto e o escore total no composto. Na terminologia usual das medidas psicológicas e educacionais esses coeficientes são denominados simplesmente coeficientes de correlação item-total.

COMPARAÇÃO EMPÍRICA ENTRE OS COEFICIENTES ALFA E BETA

Em diversos testes foram calculados os coeficientes alfa e beta. A Tabela 1 apresenta esses resultados.

TABELA 1

Coefficientes alfa e beta em diversos testes.
k - número de itens no teste

	k	Alfa	Beta
Teste A	4	0,7376	0,8080
Teste B	4	0,6136	0,7347
Teste C	5	0,5974	0,7293
Teste D	10	0,7660	0,8174
Teste E	10	0,9010	0,9114
Teste F	20	0,6320	0,6577
Teste G	20	0,9426	0,9466
Teste H	30	0,9264	0,9319
Teste I	31	0,5832	0,6147
Teste J	28	0,8023	0,8187
Teste K	37	0,9757	0,9794
Teste L	44	0,8330	0,8555

Os testes A,B,C,D,E, são testes de Física Geral do 3º grau com itens de resposta livre. O teste I é um teste de Física Geral do 3º grau com itens de escolha múltipla e resposta única. O mesmo vale para o teste F (nesses casos, o coeficiente alfa é conhecido por KR-20).

O teste G é uma escala de atitude em relação a matemática (Shaw, 1967). O teste H é a escala de atitude em relação à disciplina de Física Geral (Silveira, 1979). O teste J é a escala de atitude em relação à solução de problemas (Silveira, 1982). O teste K é o questionário de avaliação do desempenho do professor (Silveira, 1984). O teste L é o teste de inteligência D-48.

CONCLUSÃO

Na Tabela 1 é possível constatar que o coeficiente beta é sempre maior do que o coeficiente alfa. Verifica-se, então, que o coeficiente beta é uma estimativa mais otimista do coeficiente de fidedignidade do que o coeficiente alfa. Entretanto, cabe notar que a discrepância entre ambos é pequena quando o número de itens no teste é grande, com poucos itens a diferença é sensível.

Finalmente, cabe observar, o coeficiente beta enfatiza que a análise de consistência interna deve preferencialmente ser feita através dos coeficientes de correlação item-total. Deve-se preferir essa estatística a outras (índice de discriminação, coeficiente fi, etc.), pois o coeficiente de fidedignidade depende dos coeficientes de correlação item-total.

BIBLIOGRAFIA

- CRONBACH, L.J. (1951) Coefficient Alpha and the Internal Structure of Tests. *Psychometrika*, 16:297-334.
- GHISELLI, E.E. (1964) *Theory of Psychological Measurement*. Tata McGraw-Hill-New Delhi.
- LORD, F.M. e NOVICK, M.R. (1968) *Statistical Theories of Mental Test Scores*. Addison-Wesley - London.
- MULAİK, S.A. (1972) *Foundation of Factor Analysis*. McGraw-Hill - New York.
- NUNNALLY, J.C. (1967) *Psychometric Theory*. McGraw-Hill - New York.
- SHAW, M.E. e WRIGHT, J. W. (1967) *Scales for the Measurement of Attitudes*. McGraw-Hill, New York.
- RICHARDSON, M.W. (1936) Notes on the Rationale of Item Analysis. *Psychometrika*, 1:69-76.
- SILVEIRA, F.L. (1979) Construção e Validação de Uma Escala de Atitude em Relação à Disciplina de Física Geral. *Revista Brasileira de Física*, v. 9, n. 3: 871-878.
- SILVEIRA, F.L. (1981) Fidedignidade das medidas e Diferenças entre Grupos em Psicologia e Educação, *Ciência e Cultura*, 33(5): 704-707.
- SILVEIRA, F. L. (1982) Medida da Atitude em Relação à Solução de Problemas. *Revista Brasileira de Física*, v. 12, n. 3: 553-560.
- SILVEIRA, F.L. e MOREIRA, M.A. (1984) Avaliação do Desempenho do Professor pelo Aluno: Evidências de Validade de um Instrumento. *Ciência e Cultura*, 36(3): 466-472.