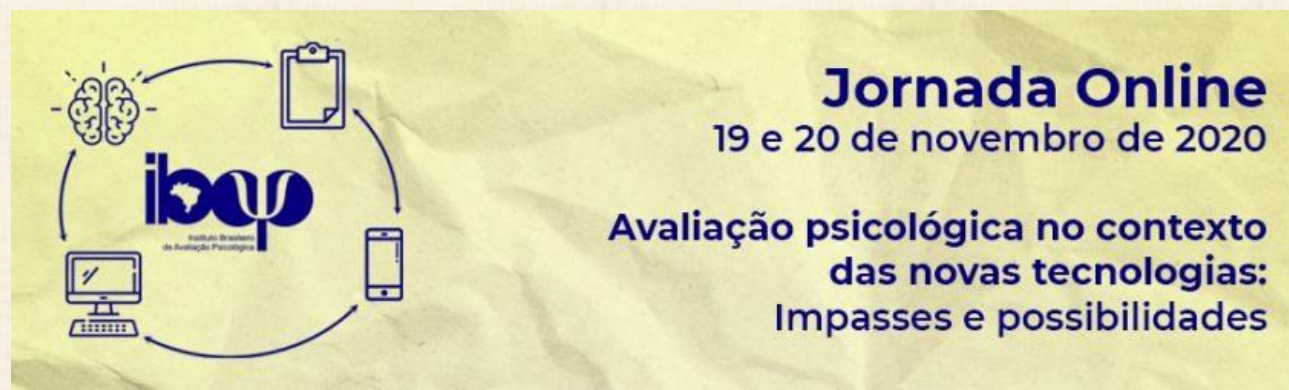


Análise de Equivalência e Invariância de Estrutura de Instrumentos Psicológicos

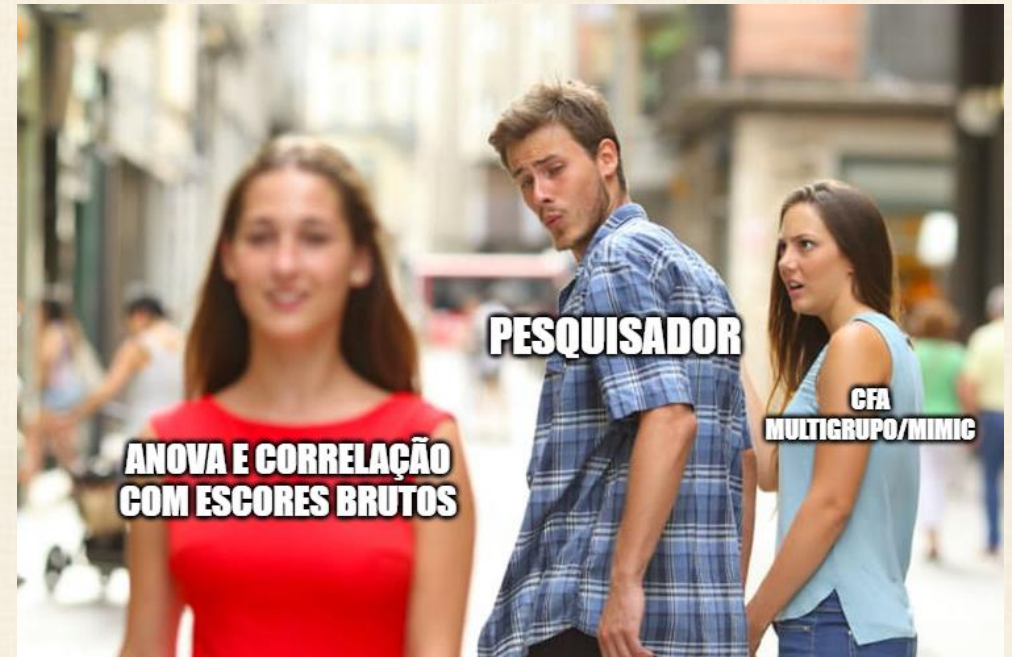


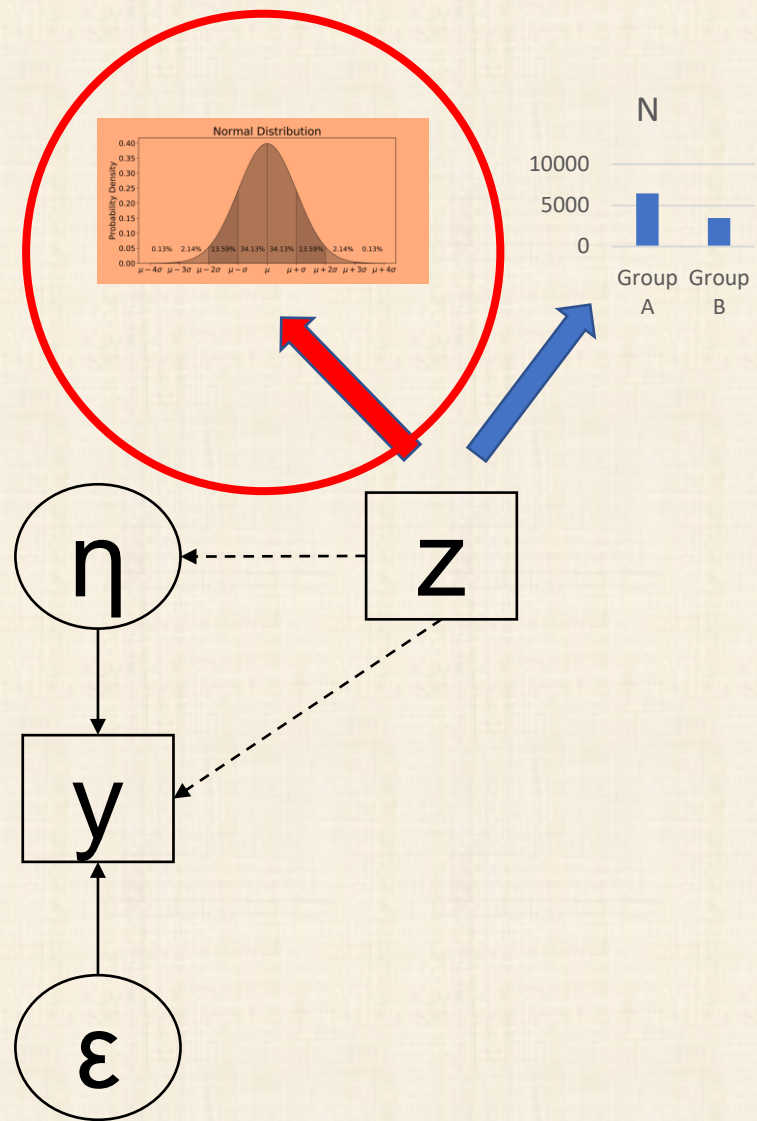
Dr. Felipe Valentini &
Dr. Nelson Hauck



Situações de violação da invariância de medida dos itens

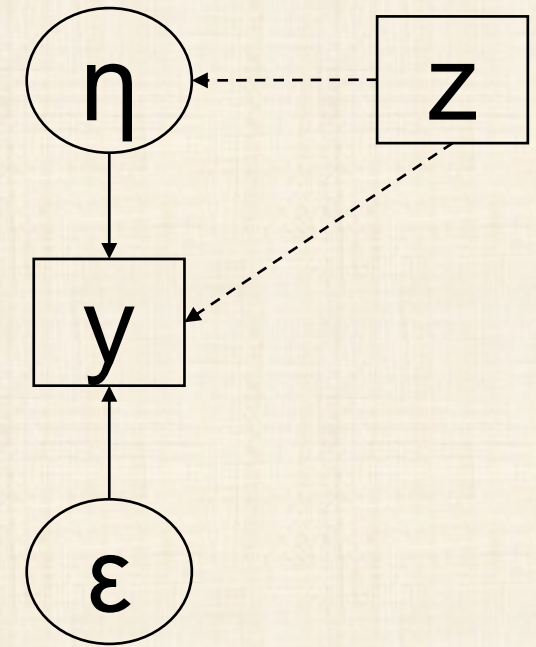
- Se a covariável for observada e categórica: CFA multigrupos
- Se a covariável for observada e contínua: MIMIC
- Se a covariável for latente e contínua: SEM
- Se a covariável for latente e categórica: *factor mixture model*



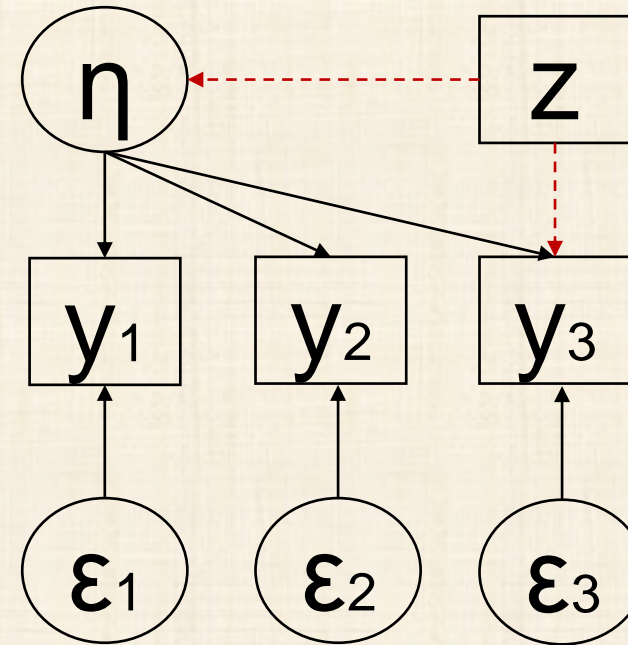


Motivos para usar MIMIC

- Útil para detectar o efeito adicional (em relação à variável θ) de uma **covariável observada contínua Z** nas respostas aos itens
- Identificação dos itens com funcionamento diferencial/violação da invariância
- Estimação do efeito direto de Z na variável θ
 - Inviável na maioria dos procedimentos de testagem de DIF

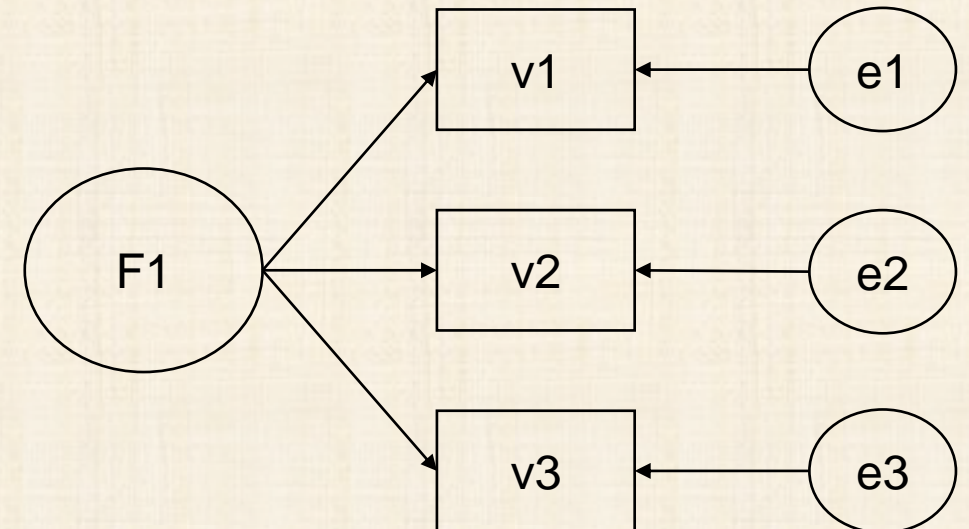


Exemplo intuitivo



Pressuposto central dos modelos fatoriais

- Independência local
 - Os itens são independentes dada a variável latente
 - Matriz ψ de variâncias-covariâncias erro possui apenas valores 0 fora da diagonal principal



Local independence

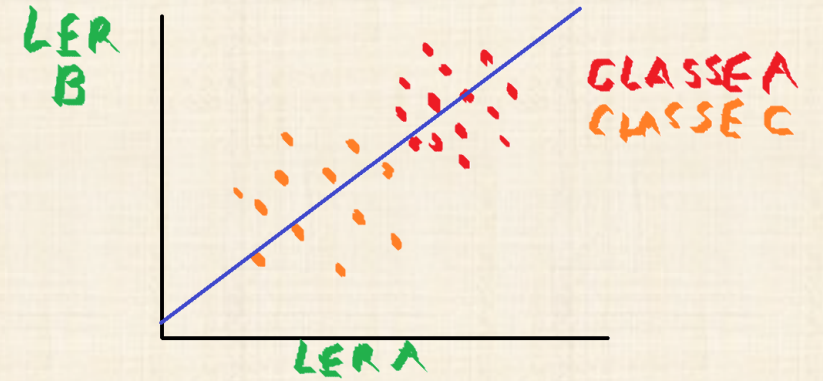
Jeroen K. Vermunt & Jay Magidson

	Read A	Did not Read A	Total
Read B	260	240	500
Did not read B	140	360	500
Total	400	600	1000

- Correlação produto momento para a tabela 2×2 (ϕ) = 0,245

Local independence

Jeroen K. Vermunt & Jay Magidson



	High education			Low education		
	Read A	Did not read A	Total	Read A	Did not read A	Total
Read B	240	60	300	20	80	100
Did not read B	160	40	200	80	320	400
Total	400	100	500	100	400	500

- Correlação produto momento (ϕ) em cada grupo educacional = 0,000
- Associação entre ler revista A e ler revista B inteiramente explicada pelo nível educacional



Modelo fatorial

$$\mathbf{y}_i = \mathbf{\Lambda} \boldsymbol{\eta}_i + \boldsymbol{\varepsilon}_i$$

- \mathbf{y}_i = vetor respostas do indivíduo i
- $\boldsymbol{\eta}_i$ = vetor de escores fatoriais nos m fatores
- $\boldsymbol{\varepsilon}_i$ = vetor de resíduos
- $\mathbf{\Lambda}$ = matriz de cargas fatoriais $p \times m$

$$\begin{pmatrix} y_{1i} \\ \vdots \\ y_{pi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_{11} & \cdots & \lambda_{1m} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \lambda_{p1} & \cdots & \lambda_{pm} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \eta_{1i} \\ \vdots \\ \eta_{mi} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \varepsilon_{1i} \\ \vdots \\ \varepsilon_{pi} \end{pmatrix}$$

y_i	i
y1	4.91
y2	5.74
y3	1.92
y4	6.35

=

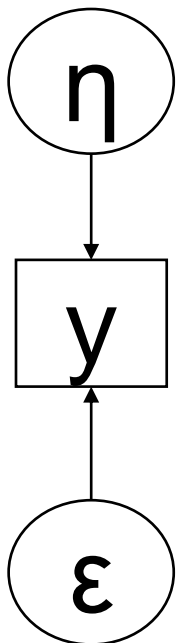
$\mathbf{\Lambda}$	η_1	η_2
Y1	.4	.1
Y2	.7	.2
y3	-.1	.6
y4	.1	.8

×

$\boldsymbol{\eta}_i$	i
η_1	2.65
η_2	1.23

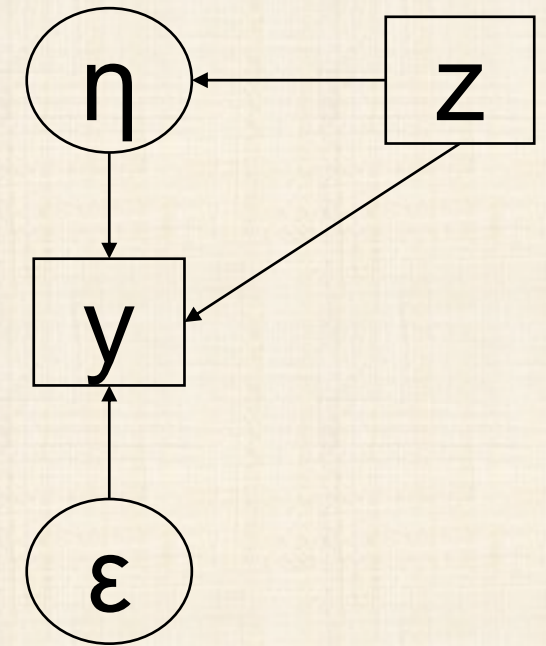
+

$\boldsymbol{\varepsilon}_i$	y_i
Y1	.84
Y2	.47
y3	.63
y4	.35



Violação da independência local: multidimensionalidade

- O teste avalia, uniformemente ou não, uma habilidade extra
- Escores contêm variância erro sistemática que pode estar confundida ao traço se não controlada

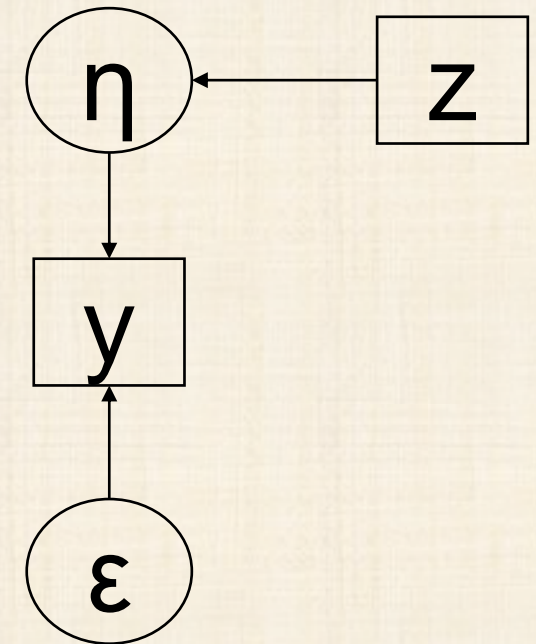


MIMIC 1: covariável do fator

$$y_{ij} = v_j + \lambda_j \eta_i + e_j \quad (1)$$

$$\eta_i = b_z z_i + e_z \quad (2)$$

- v_j = Intercepto do item j
- λ_j = carga fatorial do item j
- η_i = escore fatorial η indivíduo i
- e_j = erro de medida do item j
- z_i = covariável observada contínua
- b_z = força de associação entre a covariável Z e a variável latente η
- e_z = variância residual da predição da variável latente η pela covariável Z

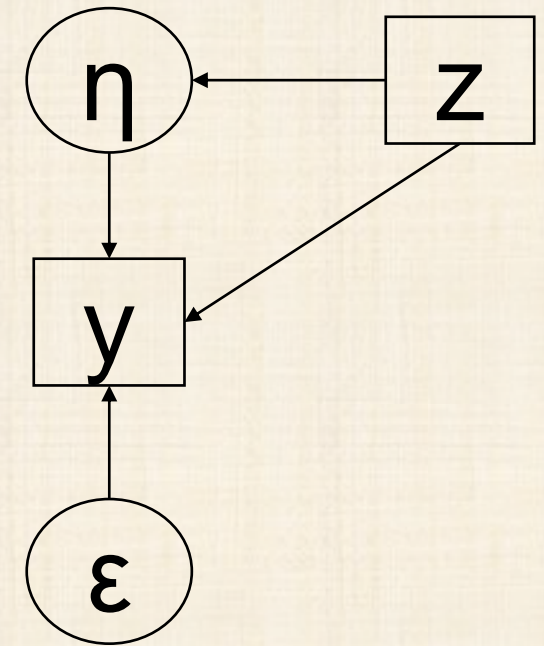


MIMIC 2: covariável do fator e das respostas aos itens

$$y_{ij} = v_j + \lambda_j \eta_i + b_z z_i + e_j \quad (3)$$

$$\eta_i = b_z z_i + e_z \quad (2)$$

$$y_{ij} = v_j + (\lambda_j b_z z_i) + (\lambda_j e_z) + b_z z_i + e_j \quad (4)$$



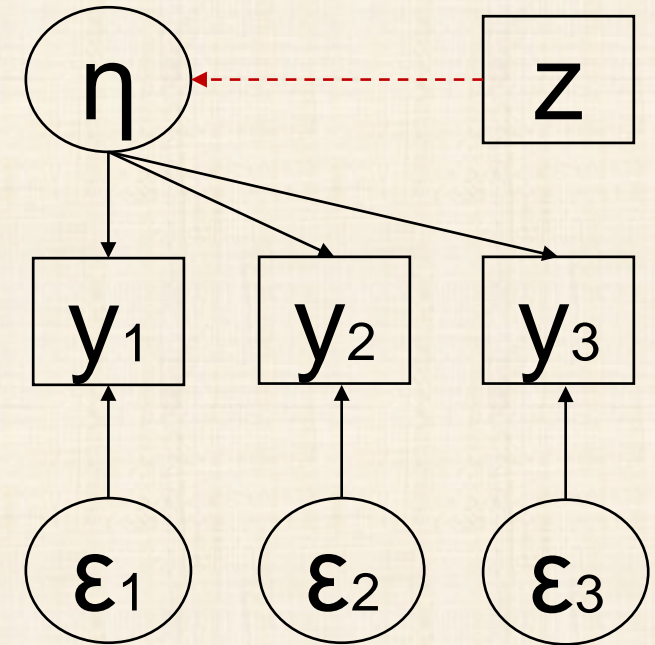
Testando MIMIC 1 e 2 em três etapas

- Não é possível estimar todos os parâmetros das equações 3 e 4 simultaneamente
 - Modelo não identificado
 - Graus de liberdade < 0
- Etapa 1
 - Testar se a covariável se associa à variável latente
- Etapa 2
 - Testar se a covariável se associa a $k - 1$ itens controlando a associação com a variável latente
- Etapa 3
 - O mesmo que a Etapa 2, mas substituindo um item por aquele excluído na Etapa 2



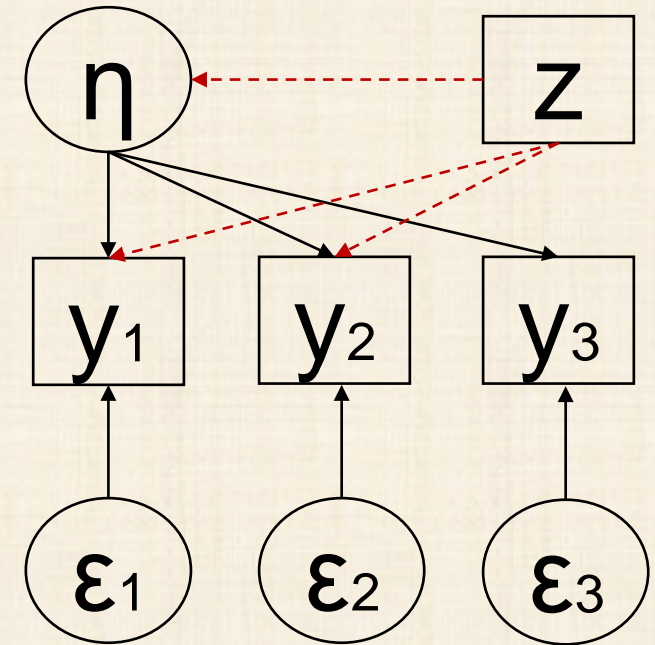
Etapa 1: covariável versus fator

- Modelo CFA (ou ESEM)
- Covariável predizendo fator(es)



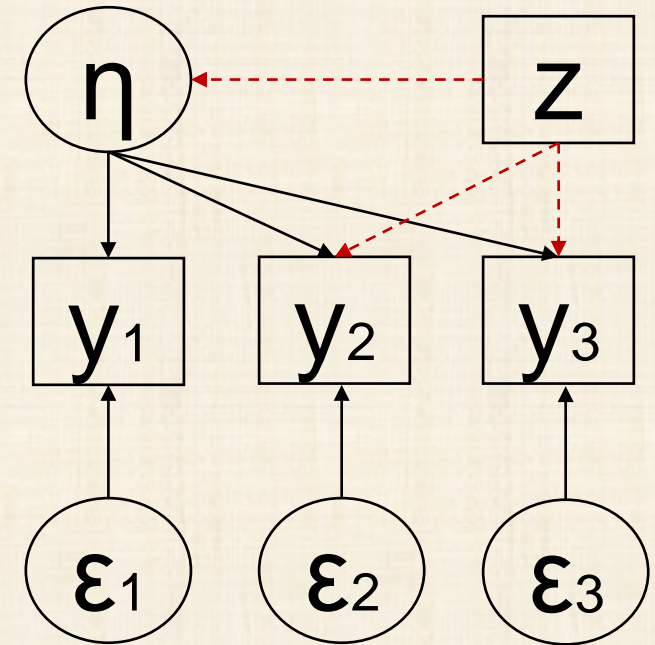
Etapa 2: covariável versus fator e $k - 1$ itens por fator

- Modelo CFA (ou ESEM)
- Covariável predizendo fator(es)
- Covariável predizendo itens do(s) fator(s)
 - Um item por fator com regressão na covariável Z fixada em 0



Etapa 3: covariável versus fator e $k - 1$ itens por fator

- Modelo CFA (ou ESEM)
- Covariável predizendo fator(es)
- Covariável predizendo itens do(s) fator(s)
 - O item de cada fator cuja regressão na covariável Z foi fixada em 0 na Etapa 2 agora é liberado para ser explicado por Z
- Um cuja regressão em Z foi estimada na Etapa 2 é fixado em 0
 - Preferencialmente, aquele com o coeficiente padronizado não-significativo e o mais próximo possível de 0



Outra possibilidade...

- Etapa 1
 - Testar se a covariável se associa à variável latente
- Etapa 2
 - Incluir os efeitos diretos da covariável Z nos itens sugeridos pelos índices de modificação

