

Construção e interpretação de escalas

Prof. Caio Azevedo

Introdução

- Grande parte da apresentação foi baseada em :
http://www.inf.ufsc.br/~dalton.andrade/TRI/Apresentacao_Escala_de_Habilidade.ppt
- Já vimos como identificar o modelo e obter as estimativas dos parâmetros de interesse. Vimos também que isso leva à determinação da escala (i.e., da determinação da média e desvio-padrão dos traços latentes do grupo de referência).

Objetivos

- Proporcionar uma visão geral do processo de construção das escalas de conhecimento, discutindo
 - Como são definidos os pontos da escala.
 - Como é estabelecida a distância entre eles.
 - Como cada ponto é caracterizado.
 - Como cada ponto deve ser interpretado, etc.

Escala do traço latente

- A utilização da TRI vem possibilitando uma série de avanços em termos do acompanhamento do desenvolvimento escolar que antes não eram possíveis. Hoje pode-se avaliar o rendimento escolar de uma determinada série ou verificar se houve ganho de uma série para outra.
- Equalizar significa equiparar, tornar comparável, o que no caso da TRI significa colocar parâmetros de itens vindos de provas distintas ou traços latentes de respondentes de diferentes grupos, na mesma métrica, isto é, numa escala comum, tornando os itens e/ou os traços latentes comparáveis.

Escala do traço latente

- O próximo passo seria atribuir um significado prático aos valores obtidos.
- Saber que na 3ª série do ensino fundamental os alunos têm traço latente médio em matemática 100 e que na 4ª série esse traço latente é de 150, já nos fornece uma informação quantitativa de que na 4ª série os alunos tiveram um ganho de 50% em relação ao conhecimento em matemática na série anterior.
- Mas e qualitativamente, o que eles sabem a mais em termos de conteúdo ? E o que sabiam na 3ª série ?

Escala do traço latente

- Com essa finalidade é que se constrói uma escala para o traço latente: para buscar uma interpretação qualitativa dos valores obtidos.
- Assim como existe uma teoria estatística que possibilita a obtenção desses traços latentes, também existe uma metodologia estatística e todo um trabalho de interpretação pedagógica na construção de uma escala para o traço latente.

Pontos importantes

- Quantidade suficiente de itens → caracterizar/interpretar cada ponto da escala
- Escala com vários níveis → trabalhar com diferentes níveis do traço latente → diferentes séries envolvidas.
- Diferentes séries → diferentes provas → todos os itens numa mesma escala → itens comuns entre as provas das diferentes séries, ou então provas de “ligação” entre elas.

Passos para a construção de uma escala

- Definição das séries e disciplinas a serem estudadas: uma escala por disciplina, mas o ideal é que seja a mesma para todas as séries envolvidas no estudo.
- Elaboração e aplicação dos instrumentos (provas)
 - A qualidade da escala depende da qualidade dos itens.
 - Quantidade de itens envolvidos deve ser suficiente tanto para caracterizar bem cada ponto da escala, quanto para possibilitar que a escala possa ter vários níveis.

Passos para a construção de uma escala

- Equalização: itens comuns entre as diferentes provas ou populações.
- Definição da escala
 - Em geral, os programas computacionais utilizam a escala (0;1) (média, desvio-padrão).
 - Por exemplo, um valor para o traço latente médio de uma das populações ou então se define que a escala deve variar apenas numa determinada amplitude de valores. Uma vez definida a escala, faz-se uma transformação linear em todos os valores originais, para colocá-los na escala desejada.

Passos para a construção de uma escala

- Escolha dos níveis âncora.
 - Níveis âncora são os pontos da escala que serão interpretados pedagogicamente.
 - São caracterizados por um conjunto de itens, denominados de itens âncora, que são conjuntos de itens que apresentam determinadas propriedades matemáticas relacionadas com características do item tais como índice de discriminação e de dificuldade.
 - Não se pode caracterizar todos os pontos da escala e a escolha da distância entre seus pontos âncora também é importante.

Passos para a construção de uma escala

- Escolha dos níveis âncora.
 - Níveis âncora muito próximos → não conseguiremos encontrar itens âncora para caracterizá-los.
 - Níveis âncora muito distantes → teremos poucos níveis, e a escala será uma escala pobre, pedagogicamente falando.

Passos para a construção de uma escala

- Identificação dos itens âncora: para que um item seja âncora em determinado nível, ele deve satisfazer a certas condições matemáticas/estatísticas.
- Definição de item âncora: considere dois níveis âncora consecutivos Y e Z com $Y < Z$. Dizemos que um determinado item é âncora para o nível Z se, e somente se, as três condições abaixo forem satisfeitas simultaneamente (X representa a resposta ao item):
 - a) $P(X = 1|\theta = Z) \geq 0,65$.
 - b) $P(X = 1|\theta = Y) < 0,50$.
 - c) $P(X = 1|\theta = Z) - P(X = 1|\theta = Y) \geq 0,30$.

Passos para a construção de uma escala

- Interpretação de cada ponto da escala por especialistas
 - Caberá a esses especialistas caracterizar cada ponto da escala a partir do estudo do conteúdo abordado no conjunto de itens que definem cada nível âncora.
 - Nesse momento, a escala está finalmente pronta para ser utilizada.

A utilização da escala

- Posicionar as populações utilizando seu traço latente médio → identificação do que os alunos sabem e do que não são capazes de fazer, ou seja, quais os conteúdos que eles dominam e em quais conteúdos ainda precisam melhorar.
- Outra informação interessante : a porcentagem de alunos de cada população distribuída em cada faixa do traço latente → qual a porcentagem de alunos de uma determinada série que domina os conteúdos abordados naquele nível de traço latente e como essa porcentagem evolui de uma série para outra.

Considerações finais

- Considerações finais
 - Os níveis extremos da escala, referentes a traços latentes mais baixos e aos mais altos, são de modo geral, mal caracterizados, por serem definidos, respectivamente, por itens muito fáceis ou muito difíceis, que em geral, são poucos.
 - Nos níveis extremos superiores da escala há poucos alunos, isto é, é possível interpretar pedagogicamente um nível da escala, mas uma porcentagem muito baixa dos alunos avaliados domina os conhecimentos descritos nesse nível.

Um exemplo prático : o SARESP

- O SARESP é um sistema de avaliação considerado modelo, dentre as avaliações regionais.
- Aplicado em 1996 (3^a e 7^a séries do Ensino Fundamental), em 1997 (4^a e 8^a séries do Ensino Fundamental) e em 1998 (5^a série do Ensino Fundamental e 1^a série do Ensino Médio) em todas as escolas públicas estaduais do Estado de São Paulo.
- Em 1999 não houve aplicação. Já em 2000 foram avaliadas três séries : a 5^a e a 7^a séries do Ensino Fundamental e a 3^a série do Ensino Médio.

O processo de construção da escala de traços latentes em matemática do SARESP da 3^a, 4^a e 5^a séries do ensino fundamental

- As provas de um ano para outro não apresentavam itens comuns.
- A solução encontrada no caso do SARESP foi a criação de provas adicionais, que serviriam de “ligação” entre duas séries consecutivas, uma vez que seriam compostas de itens que haviam sido submetidos a essas duas populações.
- Veja também Andrade, Tavares & Valle (2000), Capítulo 4.

Cont.

- 111 itens na mesma métrica.
- Série de menor traço latente (3ª série) → traço latente médio fixado em cerca de 50 pontos, com um desvio padrão de cerca de 16 pontos.
- Optou-se por definir um nível âncora que fosse próximo de 50 e estabelecer que a distância entre eles deveria ser próxima de 16.
- Assim, um dos níveis âncora estabelecidos foi o 55 e definiu-se que haveria uma distância de 15 pontos entre eles.

- Traços latentes médios em Matemática - SARESP.

Ano/série	média	desvio-padrão
1996 3ª série	49,5	16,3
1997 4ª série	60,4	16,2
1998 5ª série a	59,8	14,8

- Podemos observar que da 3ª para a 4ª série houve um ganho no traço latente médio, mas da 4ª para a 5ª série o traço latente médio ficou praticamente inalterado.

Cont.

- Alguns dos 111 itens não puderam ser considerados âncora em nenhum ponto da escala, mas cerca de 1 em cada 3 itens pode ser considerado âncora em algum dos níveis âncora que puderam ser identificados.
- Assim, foi possível a caracterização de 6 níveis âncora (nos pontos 25, 40, 55, 70, 85 e 100) na escala de traços latentes em Matemática da 3^a , 4^a e 5^a séries

- O processo de construção da escala dos traços latentes em matemática do SARESP da 3^a, 4^a e 5^a séries do ensino fundamental.
- Percentagem de alunos da Rede Estadual em cada nível do traço latente, segundo a série e o período.

Nível	3 ^a série (%)	4 ^a série (%)	5 ^a série (%)
25	93	99	99
40	72	90	91
55	37	63	63
70	10	28	25
85	1	6	4
100	0	1	0

Exemplo de item âncora





NÍVEL 25

Habilidade	Prova/96 Diurno – item 20
. Efetuar operações de multiplicação.	Calcule: a) $31 \times 2 =$ b) $42 \times 10 =$ c) 25 <u>x 4</u>

Fonte : Secretaria de Estado da Educação de São Paulo (1999).
Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – SARESP : Descrição das escalas de habilidades do SARESP 96/97/98. São Paulo : SEE, p. 28.

Exemplo de item âncora

NÍVEL 40

Habilidade	Prova/96 Diurno – item 23			
. Revelar familiaridade com atividades que implicam leitura de dados organizados em tabelas, utilizando essa habilidade na solução de problemas do cotidiano.	Observe esta lista de preços			
				
	● pequeno	20 reais	13 reais	7reais
● médio	27 reais	19 reais	10 reais	170 reais
● grande	33 reais	25 reais	15 reais	186 reais

Qual o preço de uma camiseta grande? _____
33 Reais _____.

Fonte : Secretaria de Estado da Educação de São Paulo (1999). **Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – SARESP : Descrição das escalas de habilidades do SARESP 96/97/98.** São Paulo : SEE, p. 28.

Exemplo de item âncora

NÍVEL 55

Habilidade	Prova/98 Diurno – questão 7												
<ul style="list-style-type: none">Comparar números racionais expressos sob notação decimal.	<p>A tabela a seguir contém as medidas de altura de alguns alunos da 5ª série. Identifique os alunos do mais alto para o mais baixo.</p> <table><thead><tr><th>ALUNOS</th><th>ALTURAS</th></tr></thead><tbody><tr><td>FLÁVIO</td><td>1,45 metros</td></tr><tr><td>LEANDRO</td><td>1,50 metros</td></tr><tr><td>CLÁUDIO</td><td>1,57 metros</td></tr><tr><td>JOÃO</td><td>1,05 metros</td></tr><tr><td>JOSÉ</td><td>1,54 metros</td></tr></tbody></table> <p>(A) Cláudio, José, Leandro, Flávio, João. ◀ (B) José, João, Cláudio, Leandro, Flávio. (C) Leandro, Cláudio, José, Flávio, João. (D) Cláudio, Flávio, João, José, Leandro.</p>	ALUNOS	ALTURAS	FLÁVIO	1,45 metros	LEANDRO	1,50 metros	CLÁUDIO	1,57 metros	JOÃO	1,05 metros	JOSÉ	1,54 metros
ALUNOS	ALTURAS												
FLÁVIO	1,45 metros												
LEANDRO	1,50 metros												
CLÁUDIO	1,57 metros												
JOÃO	1,05 metros												
JOSÉ	1,54 metros												

Fonte : Secretaria de Estado da Educação de São Paulo (1999). **Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – SARESP : Descrição das escalas de habilidades do SARESP 96/97/98.** São Paulo : SEE, p. 29.

Exemplo de item âncora

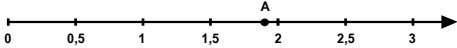
NÍVEL 70

Habilidade	Prova/98 Diurno – questão 6
<ul style="list-style-type: none">Compreender os conceitos de metade e triplo de um número, solucionando situação-problema que envolve os diferentes significados da multiplicação e/ou divisão com números naturais.	<p>Eu tenho 1.320 figurinhas. Meu primo tem a metade do que tenho. Minha irmã tem o triplo das figurinhas do meu primo. Quantas figurinhas minha irmã tem?</p> <p>(A) 1.900 (B) 1.930 (C) 1.940 (D) 1.980 ◀</p>

Fonte : Secretaria de Estado da Educação de São Paulo (1999). **Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – SARESP : Descrição das escalas de habilidades do SARESP 96/97/98.** São Paulo : SEE, p. 31.

Exemplo de item âncora

NÍVEL 85

Habilidade	Prova/98 Diurno – questão 8
<ul style="list-style-type: none">Localizar, na reta numérica, números racionais na forma decimal.	<p>Examine a figura:</p>  <p>O ponto A corresponde a um dos números abaixo. A qual deles?</p> <p>(A) 0,25 (B) 0,85 (C) 1,25 (D) 1,85</p>

Fonte : Secretaria de Estado da Educação de São Paulo (1999).
Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São

Exemplo de item âncora

NÍVEL 100

Habilidade	Prova/98 Noturno – questão 4
<ul style="list-style-type: none">Reconhecer e aplicar as propriedades das operações como facilitadoras na construção das técnicas operatórias, no exercício da estimativa e do cálculo mental, sem no entanto nomeá-las.	<p>Em um estacionamento há motos e automóveis, perfazendo um total de 120 rodas. Sabendo-se que 24 veículos são motos, o número de carros é:</p> <p>(A)18 ◀ (B)24 (C)48 (D)96</p>

Fonte : Secretaria de Estado da Educação de São Paulo (1999). **Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – SARESP : Descrição das escalas de habilidades do SARESP 96/97/98.**
São Paulo : SEE, p. 36.

Interpretação de cada ponto da escala por especialistas

- Após a determinação dos níveis âncora e da identificação de seus respectivos itens âncora, um grupo de especialistas nos conteúdos de matemática das séries avaliadas analisou e interpretou o conjunto de itens que compunham cada nível, a fim de caracterizá-los.
- A seguir, exemplificamos como ficou a caracterização dos nível âncora da escala de traços latentes em Matemática da 3^a, 4^a e 5^a séries do SARESP.

Nível 25

- Neste nível, os alunos são capazes de :
 - Efetuar operações de multiplicação.

Nível 40

- Neste nível, os alunos são capazes de:
 - Revelar familiaridade com atividades que implicam leitura de dados organizados em tabelas, utilizando esse traço latente na solução de problemas do cotidiano.
 - Solucionar problemas simples, que envolvem as operações de adição e subtração.

Nível 55

- Neste nível, os alunos são capazes de :
 - Ler e interpretar um esquema, associando-o com a situação proposta, bem como identificar as informações necessárias para, por exemplo, comparar distâncias percorridas em um trajeto representado por desenho figurativo.
 - Solucionar problemas concretos simples, que envolvem valor monetário, aplicando a operação de adição com reserva na ordem das dezenas.
 - Comparar números racionais expressos sob notação decimal.
 - Resolver problemas que implicam tanto leitura de dados organizados em tabelas, como cálculos que requerem a operação de adição.

Nível 70

- Neste nível, os alunos são capazes de :
 - Utilizar as regras do sistema de numeração decimal para leitura, escrita e comparação de números naturais de qualquer ordem de grandeza.
 - Efetuar a divisão exata de um número de 3 algarismos por um de 1 algarismo, demonstrando domínio sobre a multiplicação e a subtração.
 - Dominar o conceito de resto.

Nível 70

- Neste nível, os alunos são capazes de :
 - Compreender os conceitos de metade e triplo de um número, solucionando situação-problema que envolve os diferentes significados da multiplicação e/ou divisão com números naturais.
 - Resolver, via multiplicação, problema que envolve o sistema monetário.

Nível 85

- Neste nível, em relação aos temas abaixo discriminados, os alunos são capazes de :
- Números Sistema de Numeração decimal :
 - Compreender e utilizar as regras do Sistema de Numeração decimal para leitura e comparação de números racionais escritos na forma decimal, revelando domínio do valor posicional dos algarismos.
 - Calcular frações de quantidade.
 - Localizar, na reta numérica, números racionais na forma decimal.
- Operações : Resolver problemas simples do cotidiano, que envolvem mais de uma operação.

Nível 85

- Geometria - Medidas:
 - Identificar, em um grupo de diversos quadriláteros, os que são losangos.
 - Resolver problema envolvendo figuras não-planas.
 - Interpretar registros de medidas apresentados por meio de símbolos convencionais, estabelecendo relações entre as unidades usuais de medida de massa.
 - Transformar unidades de medida de comprimento.
 - Solucionar situação-problema do cotidiano utilizando conhecimentos a respeito do sistema monetário brasileiro.
 - Estabelecer relações entre unidades usuais de medidas de capacidade.

Nível 85

- Estatística:
 - Interpretar dados ou informações em representações gráficas, para resolver situação-problema.
 - Identificar a porcentagem como uma fração de denominador 100.
 - Interpretar dados apresentados em gráfico de colunas, para resolver uma situação-problema.
 - Revelar familiaridade com a leitura de dados apresentados em forma de tabela, resolvendo problemas mais complexos, que exigem mais de uma operação.

Nível 100

- Neste nível, os alunos são capazes de :
 - Reconhecer e aplicar as propriedades das operações como facilitadoras na construção das técnicas operatórias, no exercício da estimativa e do cálculo mental, sem no entanto nomeá-las.
 - Comparar e ordenar números racionais expressos na representação fracionária de uso mais freqüente, como meios, terços, quartos e décimos.
 - Compreender a representação decimal dos números racionais, comparando números representados com diferentes quantidades de casas decimais.
 - Resolver problema que envolve raciocínio combinatório, chegando a determinar sua solução por representações diversas.

Nível 100

- Neste nível, os alunos são capazes de :
 - Reconhecer e aplicar as propriedades das operações como facilitadoras na construção das técnicas operatórias, no exercício da estimativa e do cálculo mental, sem no entanto nomeá-las.
 - Comparar e ordenar números racionais expressos na representação fracionária de uso mais freqüente, como meios, terços, quartos e décimos.
 - Compreender a representação decimal dos números racionais, comparando números representados com diferentes quantidades de casas decimais;
 - Resolver problema que envolve raciocínio combinatório, chegando a determinar sua solução por representações diversas.

Nível 100

- Em relação aos temas específicos abaixo relacionados, os alunos desse nível são capazes de:
- Geometria Medidas:
 - Resolver problemas que envolvem medida de comprimento.
 - Descrever e interpretar a representação da movimentação de um objeto no plano cartesiano.
 - Calcular a área de regiões determinadas por paralelogramos, triângulos ou trapézios por redução ao retângulo equivalente, utilizando a composição e a decomposição.

Nível 100

- Em relação aos temas específicos abaixo relacionados, os alunos desse nível são capazes de: Geometria Medidas:
 - Estatística: Interpretar tabelas de modo a identificar regularidades para resolver uma situação-problema.
- Fonte : Secretaria de Estado da Educação de São Paulo (2000). Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo SARESP 98 : Conhecendo os resultados da avaliação, volume I . São Paulo : SEE, p. 100-104.