

## ANÁLISE FATORIAL EXPLORATÓRIA E ALFA DE CRONBACH: ELEMENTOS INICIAIS NA VALIDAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO EDUCACIONAL

**Jose Airton de Freitas Pontes Junior<sup>1</sup>**. Doutor em Educação Brasileira da Universidade Federal do Ceará. Bolsista PDSE/CAPES – Proc. nº11512/13-0. Pesquisador-estudante do Núcleo de Avaliação Educacional (NAVE/CNPq). Email de contato: [joseairton.junior@yahoo.com.br](mailto:joseairton.junior@yahoo.com.br)

**Edson Silva Soares**. Aluno de doutorado em Saúde Coletiva da Universidade Estadual do Ceará. Professor do Instituto de Educação Física e Esportes da Universidade Federal do Ceará. Email de contato: [edsonfisiex@yahoo.com.br](mailto:edsonfisiex@yahoo.com.br)

**Leandro Silva Almeida**. Professor Catedrático do Departamento de Psicologia do Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, Portugal. Email de contato: [leandro@ie.uminho.pt](mailto:leandro@ie.uminho.pt)

**Nicolino Trompieri Filho**. Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação Brasileira da Universidade Federal do Ceará. Pesquisador do Núcleo de Avaliação Educacional (NAVE/CNPq). Email de contato: [nicolino\\_trompieri@yahoo.com.br](mailto:nicolino_trompieri@yahoo.com.br)

### Resumo

A elaboração de instrumentos de Avaliação Educacional tem o auxílio de ferramentas estatísticas que contribuem para uma das etapas de validação de constructo. Este estudo visa apresentar de forma sistemática a Análise Fatorial Exploratória e o Alfa de Cronbach como elementos iniciais para a validação de instrumentos de Avaliação Educacional. Ressalta-se a importância da validade de conteúdo e de critério nessa fase inicial e, posteriormente, a necessidade de aprimoramento das análises via técnicas mais robustas, tais como a Análise Fatorial Confirmatória. No entanto, consideramos que podemos contribuir com esse estudo da sistematização dos elementos iniciais com os profissionais que despendem esforços na elaboração de instrumentos válidos e fidedignos.

Palavras-chave: Análise Fatorial Exploratória. Alfa de Cronbach. Avaliação Educacional.

### Abstract

The development of instruments for Educational Evaluation has the assistance of statistical tools which contribute to the construct of validation steps. This paper presents in a systematic way the Exploratory Factor Analysis and Cronbach's Alpha as initial elements in validation of instruments for Educational Evaluation. It highlights the importance of content and criterion validations in the initial phase and subsequently, the improvement of analysis through stronger techniques, such as Confirmatory Factor Analysis. However, we believe that this paper can contribute to the systematization of initial elements with professionals which expends efforts in the development of valid and reliable instruments.

Keywords: Exploratory Factor Analysis. Cronbach's Alpha. Educational Evaluation.

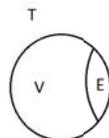
<sup>1</sup> Autor correspondente. Artigo recebido em 03 de abril de 2014. Aprovado em 07 de junho de 2014.

## Introdução

Para auxiliar nos aspectos teóricos e práticos das medidas das competências e dos processos mentais, tem-se o amparo da Psicometria, em que os números indicam níveis de mensuração para objetos ou eventos com base em algum padrão de referência (STEVENS, 1946). Em medidas educacionais, a Teoria Clássica dos Testes (TCT) tem direcionamento para elaborar testes de qualidade visando explicar algum evento com base no resultado final, ou seja, utiliza-se um conjunto de itens (variáveis observáveis) para estimar o valor de um processo mental (variável não observada). Por exemplo, um professor que gostaria de saber o quanto os seus alunos aprenderam sobre os conteúdos ministrados no decorrer de um bimestre pode colocar um conjunto de itens para resposta dos alunos e, na base de suas respostas, inferir os seus níveis de apropriação de tais conteúdos curriculares. Como não é possível medir diretamente o quanto os alunos aprenderam sobre os conteúdos, o professor pode estimar o nível de conhecimento utilizando uma prova escrita que contenha itens que representam uma amostra de itens possíveis sobre os conteúdos trabalhados. Assim, o desempenho dos alunos será representado no resultado do conjunto de respostas aos itens da prova (variáveis observadas) e estimando o nível de conhecimento sobre os conteúdos trabalhados (variáveis não-observadas).

Para a TCT um teste possui um valor empírico (valor T obtido) que é igual ao valor verdadeiro (valor estimado e não obtido diretamente) mais o erro (ver Figura 1), que é inerente a qualquer teste ou medida psicológica ou educacional (PASQUALI, 2009; SOARES; TROMPIERI FILHO, 2010).

Figura 1 – Modelo teórico da Teoria Clássica dos Testes.



Fonte: Pasquali, 2009.

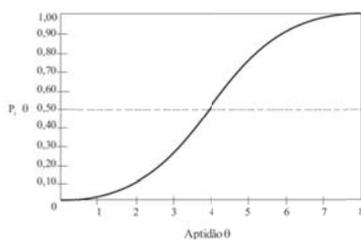
Para a TCT, as fontes de erro são oriundas de três possibilidades: 1) problemas relacionados ao próprio instrumento; 2) vieses relacionados ao sujeito avaliado; e 3) aspectos relacionados ao observador e/ou ao ambiente (SOARES; TROMPIERI FILHO, 2010). Em relação ao instrumento, pode haver erros decorrentes na formulação dos próprios itens, pois suscitam dificuldades diversas em sua compreensão. Sobre o objeto (sujeito) medido, alguns sujeitos podem estar particularmente ansiosos face à situação de avaliação, ou a situação de avaliação ocorreu após uma reunião da turma

com o diretor da escola por problemas de comportamento, dentre outros fatores. Em relação ao observador, deverá ter habilidade adequada para execução da aplicação e correção da prova. Como se poderá facilmente depreender, muitas podem ser as variáveis intervenientes sobre as fontes de erro na avaliação educacional, nem todas de igual relevância no impacto que causam nos resultados obtidos.

As análises dos resultados são relacionados a quão os conjuntos de itens de questões (variáveis observadas) que representam os fatores latentes (processos mentais não observados diretamente), ou seja, é necessário considerar o todo para atribuir a qualidade do teste em relação ao resultado e discriminação de desempenho entre os participantes. Para isso, os pressupostos da TCT são: os mesmos itens devem ser utilizados por todos os participantes e nas mesmas condições e que quanto mais itens e participantes, mais válido e fidedigno serão os resultados e menor será o erro. (VIANNA, 1978)

A Teoria da Resposta ao Item (TRI) tem como base os fatores ou traços latentes (variável não medida diretamente) com foco na análise do item. Sendo o traço latente a causa, o efeito pode ser estudado em dois axiomas: o desempenho do investigado e a explicação de como esse desempenho se relaciona com a dificuldade do item e a probabilidade de acerto ao acaso. A Curva de Caracterização do Item visa explicar essa relação indicando a aptidão ao item (PASQUALI, 2009). Se a TCT considera o conjunto dos itens, a TRI tem pretensões de produzir itens de qualidade que possam subsidiar decisões com base em fatores extraídos de um banco de itens (PASQUALI, 2009; SOARES; TROMPIERI FILHO, 2010). Na TRI há uma forte relação entre os itens utilizados (variável observada) e os fatores latentes (variáveis não observadas) tendo como referência 1 a 3 parâmetros do modelo matemático utilizado. Na figura 2, observa-se a representação gráfica da função logística hoje mais utilizada como modelo na TRI que com base em três parâmetros: a dificuldade do item, a discriminação e a probabilidade de acerto ao acaso.

Figura 2 – Curva de Caracterização do Item para a Teoria da Resposta ao Item.



Fonte: Pasquali (2009).

A TRI apresenta dois pressupostos diferentes da TCT: a unidimensionalidade dos itens e a independência local. Ou seja, em um teste o conjunto de itens (variáveis observadas) que for utilizado para avaliar um fator (variável não observada) deve estar relacionado conceitual e tecnicamente entre si na mesma dimensão, no mesmo fator. Sobre a independência local, indica que os itens podem ser substituídos sem causar prejuízo ao fator em que está inserido, pois se os itens visam medir a mesma dimensão (fator), a retirada ou troca por um item de mesma característica não deveria interferir na qualidade da medida. Essas duas características possibilitam a realização de análises de indivíduos e itens diferentes, em que os resultados são estáveis com populações e em momentos no tempo diferentes. Portanto, a TCT visa verificar o desempenho dos participantes em relação aos fatores latentes tomando o conjunto dos itens, e a TRI objetiva analisar os traços latentes via itens específicos para determinadas competências.

Percebe-se que tanto para a TCT quanto para a TRI, os itens são as tentativas indiretas de representação dos comportamentos psicológicos ou educacionais que se tenta medir, pois um teste é válido se mede o que se pretende medir, e é preciso se mede igual e repetidas vezes os resultados obtidos (estabilidade), bem como os escores obtidos tem distribuição adequada (consistência) (PASQUALI, 2009; SOARES; TROMPIERI FILHO, 2010; VIANNA, 1978).

Para identificar os fatores latentes de um conjunto de itens, que, no caso da TRI se tem como pressuposto ser unifatorial, mas para a TCT podem ser um ou mais fatores, utiliza-se a Análise Fatorial Exploratória. Essa técnica estatística proporciona ao pesquisador organizar os itens em conjuntos que se denominam fatores. Com isso, os itens desses fatores podem ser analisados, por meio do Alfa de Cronbach, quanto a sua quanto à distribuição e relação dos resultados obtidos dentro de cada fator identificado.

Na Análise Fatorial Exploratória e no Alfa de Cronbach utilizam-se as técnicas de correlação e de variabilidade para determinar como todos os itens utilizados no teste estão se relacionando uns com os outros. Os mais itens como maiores correlações e distribuições tendem a se relacionar mais fortemente sendo gerados os fatores. Por exemplo, em um questionário que tenha 50 itens sobre avaliação de dois componentes curriculares, provavelmente, se os itens estiverem bem elaborados e pré-testados em relação aos conteúdos desses componentes a serem testados, nas análises dos dados esses 50 itens se dividirão e representarão essas duas áreas avaliadas. Com isso, poderemos indicar que o instrumento possui validade de constructo. No segundo

momento, caso os itens se dividam em 2 fatores contendo, por exemplo, 25 itens cada, os itens de cada fator serão analisados entre si a fim de identificar eventuais discrepâncias de desempenho da precisão dos itens no fator (componente curricular). Se estiverem adequados, considera-se que os itens reunidos nesse fator apresentam suficiente consistência interna.

De referir que na avaliação educacional, a TCT tem fundamentado com êxito a elaboração de muitos instrumentos com base em duas importantes ferramentas estatísticas: a menor ou maior relação dos itens com os fatores latentes por meio da Análise Fatorial Exploratória (AFE) e a consistência interna dos itens dentro dos fatores por meio do Alfa de Cronbach. Consideramos pertinente apresentar neste artigo, de forma sistemática e simples, a Análise Fatorial Exploratória e o Alfa de Cronbach como elementos iniciais para a validação de instrumentos de Avaliação Educacional.

### **Validação e precisão de instrumentos**

Para o processo de validação de instrumentos de avaliação educacional, ou seja, elaboração de instrumentos que possam medir o que se pretendem medir, é preciso considerar três aspectos: a) fundamentação teórica do que medir; b) a qualidade de elaboração dos itens, e c) a seleção da amostra. Esses aspectos estão diretamente relacionados a três tipos da validação: validação de conteúdo, constructo e critério. A validade de conteúdo é a indicação adequada da representatividade dos comportamentos (domínios, fatores latentes) a serem medidos. A indicação do que é representativo ou não do domínio a ser avaliado pode ser feito com base no julgamento qualitativo do instrumento por especialistas na área (VIANNA, 1978).

Validade de constructo pode ser entendida como a maneira de legitimar os representantes do comportamento dos traços latentes medidos (CRONBACH; MEEHL, 1955) em esses representantes são os itens de um conjunto (fator) ou mais conjuntos (fatores) que estão relacionados tecnicamente e interpretados teoricamente. Pasquali (2009, p. 996) indica que “o problema não é descobrir o constructo a partir de uma representação existente (teste), mas sim descobrir se a representação (teste) constitui uma representação legítima, adequada, do constructo”. Deve-se partir da definição do constructo para verificar a validade dos itens, e não tomar como ponto de partida os resultados nos itens para tentar identificar um eventual constructo subjacente às respostas obtidas.

Por último, a validade de critério é um elemento comparativo entre os resultados obtidos no teste com os resultados de outro teste que visa medir os mesmos comportamentos, ou então o relacionamento entre os resultados no teste a validar e o comportamento dos sujeitos avaliados num outro comportamento relacionado aos constructos avaliados nesse teste em validação. Quando essa comparação é realizada ao mesmo tempo em que o teste em investigação é realizado, denomina-se validade concorrente, recorre-se à designação de validade preditiva (SOARES; TROMPIERI FILHO, 2010). Percebe-se, face aos passos sucessivos aqui descritos e justificados, que para a validação de um instrumento é necessária fundamentação teórica sobre o tema e conhecimento técnico para elaboração e análise dos itens.

A precisão do teste visa perceber a estabilidade ou consistência interna do instrumento em que, segundo a TCT, devem ser os mesmos sujeitos investigados com o mesmo teste. No caso da consistência interna se “avalia a inter-relação de um conjunto de itens” (SOARES; TROMPIERI FILHO, 2010, p.53) em que quanto maior forem as covariâncias, mais o teste tende a ser consistente.

Em geral, quando os dados tem distribuição normal, o coeficiente de correlação linear de Pearson ( $r$ ) é uma das técnicas mais usadas para determinação da fidedignidade e quando os dados não tem distribuição normal ou variáveis qualitativas, utiliza-se com frequência o coeficiente de correlação de Spearman ( $r_s$ ), sendo o valor mínimo satisfatório  $r$  ou  $r_s > 0,70$  para 49% de explicação da relação entre os itens. Cabe ressaltar que “o grau de relacionamento entre duas variáveis não reflete, necessariamente, uma relação causal entre as variáveis” (VIANNA, 1978, p. 128), de qualquer modo estando-se a analisar e selecionar itens para uma prova, estes coeficientes traduzem que os itens avaliam efetivamente o constructo em avaliação.

Vários são os fatores que podem interferir na fidedignidade dos instrumentos. Esses fatores são, em geral, oriundos de duas fontes (VIANNA, 1978): do instrumento e do sujeito examinado. Com a pré-testagem e com o planejamento adequado da aplicação do teste, tende a diminuir a influência dos fatores.

### **Análise Fatorial Exploratória e Alfa de Cronbach**

A Análise Fatorial Exploratória (AFE) é uma técnica que visa extrair os fatores relacionados a comportamentos medidos indiretamente com base em itens que os represente. Para a análise fatorial, podem ser seguidas as seguintes etapas: 1) análise da

adequação da amostra, 2) extração de fatores, e 3) rotação dos fatores. No primeiro, a qualidade da amostra é analisada tanto na quantidade de sujeitos participantes quanto nos resultados obtidos nos itens. Figueiredo e Silva Junior (2010) sugerem que a quantidade mínima de sujeitos da amostra pode ser indicada pela “razão entre o número de observações e a quantidade de variáveis igual ou superior a cinco”. Para Hair e colaboradores (2005), essa razão pode ser igual ou superior a 10 ou mesmo 20 em alguns casos, mas os autores também consideram o mínimo de 5 para 1. Isso significa que para obter o número mínimo de participantes para validação de constructo, tem que se considerar que para cada item ou questão do teste deve-se multiplicar por 5. Por exemplo, num teste de raciocínio que tenha 20 itens, indica-se ter no mínimo 100 (cem) participantes no estudo de validação.

A primeira etapa para realização da Análise Fatorial Exploratória consiste em verificar se os resultados obtidos nos itens possuem adequadas correlações entre os itens. Para isso, os testes de Correlação Linear de Pearson, Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e esfericidade de Bartlett (BTS) analisam essas correlações entre as variáveis, sendo como referência para a qualidade da adequação da amostra o teste de KMO maior ou igual a 0,70 e  $p < 0,05$  para o BTS (FIGUEIREDO; SILVA JUNIOR, 2010; MAROCO, 2011; SOARES; TROMPIERI FILHO, 2010).

Para a segunda etapa, o método de extração dos fatores irá influenciar fortemente nas análises seguintes. Dois são os principais métodos utilizados: Fatorização do Eixo Principal e Componentes Principais. Ambos reúnem itens a fim de organizar fatores, mas o primeiro é mais rigoroso por considerar os erros dos itens logo na extração inicial. Esse nível de exigência influencia diretamente nos resultados das comunalidades, das variâncias acumuladas e nas cargas fatoriais, sendo que no primeiro método os resultados são, em geral, menores (por ser mais rigoroso) (MAROCO, 2011). Deve-se considerar a qualidade da relação dos itens através dos níveis de comunalidade. Este coeficiente indica o quanto de variância comum há entre os itens e os fatores identificados na análise. Variáveis (itens) com baixo valor de comunalidade indica pouca relação com os outros itens, pois não partilham dos mesmos fatores latentes.

Em seguida, a análise do número de fatores extraídos irá depender de três características: 1) variância acumulada e por fator, 2) Regra de Kaiser, e o 3) gráfico Scree Plot (MAROCO, 2011; HAIR et al., 2005). A variância acumulada tem como referência o percentual de importância que os fatores extraídos tem sobre o quanto o teste tem de explicação. A Regra de Kaiser indica que os fatores com autovalor acima

de 1 podem ter importante poder de explicação dos resultados obtidos. Já o gráfico *Scree Plot* apresenta visualmente a relação entre os fatores extraídos e os autovalores, proporcionando ao pesquisador uma interpretação do ponto de inflexão que separa os fatores relevantes ao estudo dos demais fatores de baixa explicação. No entanto, esses três critérios não são fixos e cabe ao pesquisador analisar sobre diferentes pontos de vista, incluindo aqui o modelo teórico de partida na organização da prova em avaliação, a fim de decidir sobre a retirada ou não de alguma variável (item) ou na continuação da Análise Fatorial (MAROCO, 2011; HAIR et al., 2005).

Na terceira e última etapa antes de denominar os fatores extraídos, é importante realizar a rotação dos eixos dos fatores com base nos objetivos da análise, visto que essa rotação favorece a maior aproximação dos resultados dos itens a outros itens do mesmo fator. Com isso, as cargas fatoriais dos itens a reter por cada fator serão acentuadas, indicando a qualidade dos itens dentro dos fatores. A análise de tais itens agrupados no conteúdo da sua formulação ajuda a melhor interpretar e designar o fator que está sendo avaliado através desse mesmo conjunto de itens. Por exemplo, na análise fatorial desse estudo<sup>2</sup>, realizamos a extração dos fatores considerando autovalor acima de 1 e teoricamente os resultados foram adequados e satisfatórios (ver Tabela 1). Na etapa 1 – o KMO e a correlação de Pearson foram adequados e o BST foi significativo; Na etapa 2 – foi realizada a extração por *Componentes Principais* em que as comunalidades foram acima de 0,4 (exceto o item q1.5 e q3.2 que permaneceram por apresentarem boa carga fatorial), autorvalor acima de 1, variância acumulada acima de 60% e clara distinção entre os fatores extraídos e os outros; Na Etapa 3 – procedeu-se a uma Rotação Varimax dos três componentes isolados (ver Figura 3) e assumiram-se os itens com cargas fatoriais acima de 0,5.

Com os fatores extraídos, deve-se nomeá-los com base na fundamentação teórica. Essa nomeação pode ser nova, ou seja, os itens se relacionaram e o pesquisador os classificou de forma não prevista, ou mesmo quando a investigação já possui alguma indicação de como os itens poderão se comportar e a nomeação dos fatores extraídos é identificada através dessa fundamentação teórica. No caso do estudo exemplificado, os itens foram elaborados visando atender a três fatores e se evidenciou na Análise Fatorial Exploratória, pois os fatores foram nomeados com base nos itens que se relacionaram

---

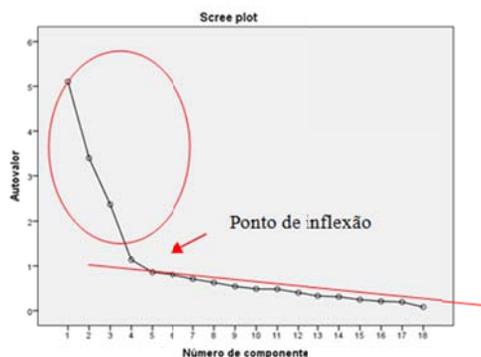
<sup>2</sup> PONTES JUNIOR, J. A.; et al. Perspectivas dos acadêmicos de Educação Física no contexto da Educação Inclusiva. **Internacional Journal of Developmental and Educational Psychology, INFAD (Barcelona)**, v. 3, p. 87-98, 2014.

tal como o planejado: Fator 1 - Objetivos de ensino da Educação Física para pessoas com deficiência; Fator 2 - Atuação na área de Educação Física e Esportes para pessoas com deficiência; Fator 3 - Contexto da Educação Física escolar para pessoas com deficiências.

Tabela 1 - Comunalidades e Carga Fatorial dos Componentes

Itens	Comunalidades	3	2	1
Contexto da Educação Física escolar para pessoas com deficiências				
q1.1	,622	,761		
q1.4	,576	,749		
q1.2	,470	,673		
q1.3	,478	,660		
q1.5	,297	,542		
Interesse de atuar na área de Educação Física e Esportes para pessoas com deficiência.				
q2.2	,848		,920	
q2.1	,847		,919	
q2.3	,735		,853	
q2.4	,728		,847	
q2.5	,799		,830	
Objetivos de ensino da Educação Física para pessoas com deficiência				
q3.5_	,725			,836
q3.3_	,694			,827
q3.8_	,675			,817
q3.4_	,613			,765
q3.7_	,478			,689
q3.1_	,470			,685
q3.6_	,486			,661
q3.2_	,321			,517
	Variância acumulada %	13,10	18,86	28,39
	Auto valor	2,36	3,39	5,11

Figura 3 - Gráfico *Scree Plot* para Análise Fatorial



Na Tabela 2 indicamos um conjunto de critérios estatísticos ou referenciais que podem orientar a Análise Fatorial Exploratória dos resultados nos itens de uma prova psicológica ou educacional.

Tabela 2 - Referenciais para validação de constructo via Análise Fatorial Exploratória

Etapa	Técnica	Objetivo	Valor adequados
1ª adequação da amostra	Correlação de Pearson	Obter o nível de relação entre os itens com algum fator	0 à 0,29 – fraca relação 0,3 à 0,69 – moderada relação Acima de 0,7 – forte relação
	Kaiser-Meyer-Olkin (KMO)	Identificar a adequação do tamanho da amostra para o conjunto de itens	0,6 a 0,69 – aceitável 0,7 a 0,79 – bom 0,8 a 0,89 – ótimo Acima de 0,9 – excelente
	Teste de esfericidade de Bartlett (BTS)	Testa a hipótese de que foi gerada uma matriz identidade das variáveis (itens) do teste	Significativo para $p \leq 0,05$
2ª extração dos fatores	Método	Fatorização do Eixo Principal	Combinar fatores e considerar os erros
		Componentes principais	Reunir itens com variância afins
	Comunalidades	Indica o quanto de variância comum há entre os itens	Acima de 0,4
	Variância acumulada	Nível de explicação do teste	Acima de 50%
	Variância do fator	Nível de explicação do fator	Mínimo de 5%
	Regra de Kaiser	Indica a “força” do fator extraído	Acima de 1
	Scree Plot	Visualizar o ponto de inflexão	A curva acentuada
3ª rotação dos fatores extraídos	Rotação	Varimax, Quartimax, Equamax, Oblimin, Promax.	Depende do objetivo do estudo e dos tipos de medida dos itens
	Cargas fatoriais		Acima de 0,4

Fontes: FIGUEIREDO; SILVA JR, 2010; HAIR, 2005; MAROCO, 2011; SOARES; TROMPIERI FILHO, 2010

Sobre a consistência interna, três são os testes de referência que buscam apresentar como os itens estão distribuídos: a) o Alfa de Cronbach ( $\alpha$ ) visa identificar o nível de consistência interna dos itens em relação a interferência das correlações dos itens na precisão do conjunto dos itens; b) os Coeficientes de correlação x item total (RITC) apresenta o quanto um item proporciona verificar a diferença de resultados no item; c) o  $T^2$  de Hotelling verificar a existência do efeito de Halo (HAIR, 2005; FIELD, 2009; MAROCO, 2011; SOARES; TROMPIERI FILHO, 2010).

O Alfa de Cronbach é um teste bastante utilizado (quando a resposta aos itens não é dicotômica antes é feita numa escala de valores) que consiste em quanto menor a variância específica dos itens e maior a variância em conjunto dos itens, maior será o valor de  $\alpha$  (CRONBACH, 1951), que mínimo satisfatório de  $\alpha > 0,70$  (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006; SOARES; TROMPIERI FILHO, 2010) dentro de cada fator que foi extraído. A seguir, a fórmula:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left( 1 - \frac{\sum S_i^2}{S^2} \right)$$

Em que  $n$  traduz o número de itens;  $\sum Si^2$  = soma das variâncias dos  $n$  itens;  $St^2$  = variância total dos escores do teste.

Ainda no exemplo do estudo anterior, na análise da consistência interna dos itens, utilizou-se o teste Alfa de Cronbach que obteve valor adequado ( $\alpha = 0,810$ ) e significância no Teste  $T^2$  de Hotelling (325,807 para  $p \leq 0,05$ ). Na descrição dos itens na escala original (0 a 2), tem-se que o valor do Alfa de Cronbach permanecer suficiente mesmo se eliminar algum dos itens (MAROCO, 2011).

Nos resultados do Alfa de Cronbach (ver Tabela 3) observamos que os itens apresentam suficiente precisão visto que tanto o resultado geral do  $\alpha$ , quanto dos itens nos fatores, foram acima de 0,7 e os coeficientes de correlação item total (RITC) situaram-se acima de 0,3 (FIELD, 2009).

Ou seja, os itens estão distribuídos adequadamente ( $T^2$  de Hotelling), possuem precisão suficiente (Alfa de Cronbach) e tem poder de discriminação entre os resultados nos itens (RITC). Portanto, para a análise da precisão, pode-se considerar vários critérios ou padrões mínimos de referência (ver Tabela 4).

Tabela 3 - Descritivo dos itens e Alfa

Fator	Alfa por grupo de itens	Itens	Média	Desvio-padrão	RITC	Alfa se o item for eliminado
1	$\alpha = 0,712$ $T^2$ de Hotelling = 40,399 para $p \leq 0,01$ .	q1.1	,67	,686	,549	,624
		q1.2	,91	,632	,471	,659
		q1.3	,78	,629	,441	,671
		q1.4	1,02	,608	,546	,631
		q1.5	1,16	,693	,341	,715
2	$\alpha = 0,930$ $T^2$ de Hotelling = 21,191 para $p \leq 0,01$ .	q2.1	1,38	,641	,855	,905
		q2.2	1,27	,704	,858	,903
		q2.3	1,32	,735	,774	,920
		q2.4	1,18	,756	,779	,920
		q2.5	1,44	,650	,809	,913
3	$\alpha = 0,876$ $T^2$ de Hotelling = 82,611 para $p \leq 0,01$ .	q3.1	1,60	,585	,570	,856
		q3.1	1,28	,594	,440	,872
		q3.3	1,71	,484	,723	,840
		q3.4	1,80	,429	,672	,847
		q3.5	1,74	,492	,754	,836
		q3.6	1,54	,502	,593	,853
		q3.7	1,46	,652	,562	,860
		q3.8	1,65	,506	,746	,837

Tabela 4 - Referenciais para análise da consistência interna dos itens.

Técnica	Objetivo	Valor adequados
Alfa de Cronbach ( $\alpha$ )	Consistência interna	Acima de 0,7
Coefficientes de correlação x item total (RITC)	Diferenciação dos itens	Acima de 0,4
$T^2$ de Hotelling	Identificar a existência do efeito de Halo	Significativo para $p \leq 0,05$

Fontes: HAIR, 2005; FIELD, 2009; MAROCO, 2011; SOARES; TROMPIERI FILHO, 2010

## Considerações Finais

Este artigo apresentou a Análise Fatorial Exploratória em três momentos e as técnicas estatísticas relacionadas: 1ª etapa - adequação da amostra, 2ª extração dos fatores e 3ª rotação dos fatores extraídos. Em relação à consistência dos itens, apontamos a importância do valor do Alfa de Cronbach e dos Coeficientes de correlação x item total.

Tal como indicamos no título do texto, esses são elementos iniciais no estudo de validação de um teste educacional ou psicológico, estando bem documentados na bibliografia psicométrica a sua relevância. Ressalta-se a importância da validade de conteúdo e de critério nessa fase inicial e, posteriormente, a necessidade de aprimoramento das análises via técnicas mais robustas, tais como a Análise Fatorial Confirmatória. No entanto, consideramos que podemos contribuir com esse estudo da sistematização dos elementos iniciais com os profissionais despendem esforços na elaboração de instrumentos válidos e fidedignos. Sobretudo importante destacar que, em suporte da qualidade da investigação, devem os pesquisadores buscar legitimidade suficiente para os instrumentos que usam na avaliação das variáveis com que fundamentam mais tarde a verificação das suas hipóteses e as conclusões retiradas dos seus resultados. Sem instrumentos bem usados não podemos acreditar nos resultados das pesquisas, contudo importa em primeiro lugar verificar se previamente os próprios instrumentos são já suficientemente válidos para poderem ser usados.

## Referências

CRONBACH, L. J. **Coefficient alpha and the internal structure of tests.** Psychometrika, 1951, 16, 297 – 334.

CRONBACH, L. J., MEEHL, P. **Construct validity in psychological tests.** Psychol. Buzz, 52, pp. 251-302, 1955

FIELD, A. P. **Discovering statistics using SPSS.** London, England: SAGE, 2009

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. **Visão além do alcance:** uma introdução à análise fatorial. Opinião Pública, 16 (1), 160-185, 2010.

HAIR, J. F., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. T., ; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados.** (5ª ed). Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.

MAROCO, J. P. (2011). **Análise Estatística com o SPSS Statistics.** (5ª ed). Pêro Pinheiro: Report Number.

MAROCO, J.; GARCIA-MARQUES, T. **Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas?** Laboratório de Psicologia, 4(1), 65-90, 2006

PASQUALI, L. **Psicometria.** Revista da Escola de Enfermagem da USP (Impresso), v. 43, 2009.

SOARES, E. S.; TROMPIERI FILHO, N. Elementos teóricos e práticos sobre validade e fidedignidade de instrumentos de medida. In: VIANA, T. V., CIASCA, M I. F. L., SOBRAL, A. E. (Org.), **Múltiplas Dimensões em Avaliação Educacional** (pp. 47-65). Fortaleza: Editora Imprece, 2010.

STEVENS, S. S. **On the Theory of Scales of Measurement.** American Association for the Advancement of Science. Source: Science, New Series, Vol. 103, No. 2684, 1946

VIANNA, H. M. **Testes em educação.** 3ª ed. São Paulo: IBRASA, 1978