

Capacidade explicativa de questionários de contexto: aspectos metodológicos

Odival Faccenda
Adilson Dalben
Luiz Carlos de Freitas

Resumo

Tem como objetivo apresentar a metodologia para a redução do número de variáveis, a descrição de cada um dos constructos elaborados e as medidas produzidas durante a Análise Fatorial Exploratória (AFE). Usou-se a base com dados longitudinais produzidos pelo "Projeto Geres 2005", que acompanhou uma mesma amostra de alunos durante os quatro primeiros anos do ensino fundamental em cinco cidades brasileiras. Os índices aceitáveis de validade e confiabilidade dos fatores resultantes dos diferentes questionários de contexto permitem o seu uso em outras pesquisas. O trabalho também oferece subsídios metodológicos para futuros estudos longitudinais em painel e constata que os recursos estatísticos, apesar de transmitirem a ideia de precisão, são, na verdade, ferramentas que orientam as decisões dos pesquisadores, seja na tolerância usada diante dos diversos valores, seja na decisão conceitual aplicada na definição dos constructos.

Palavras-chave: análise multivariada; estudo longitudinal; *survey*.

Abstract

Context questionnaires explanatory capacity: methodological aspects

The present article presents the methodology to reduce the number of variables, the description of each construct as well as the measures that were produced during the Exploratory Factor Analysis (EFA). There was used longitudinal data produced by Geres Project 2005, which followed a sample of students during the first years of elementary school in five cities in Brazil. The acceptable validity and trustability indexes of the resultant factors of the different context questionnaires enabled their use in other researches. Moreover, the work offers methodological subsidies to future panel longitudinal studies and attests that despite the fact that statistical resources transmit an idea of precision, they are, in fact, resources to guide the researchers decisions not only concerning the level of tolerance to be used but also the conceptual decision applied to the constructs definition.

Keywords: multivariate analysis; longitudinal study; survey.

Introdução

No final da década de 1990 as avaliações educacionais seccionais de larga escala já estavam consolidadas, sobretudo com o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb) monitorando as políticas públicas da educação básica brasileira. Entretanto, como a medida de desempenho acadêmico é resultante das aprendizagens ocorridas no decorrer de toda a vida do aluno, as avaliações seccionais, como o Saeb, apresentam limitações, pois coletam dados das condições escolares e do aluno ao final de blocos de anos (fim da 4ª série, por exemplo), incidindo sobre alunos diferentes em cada aplicação. Por serem pontuais, impossibilitam o exame de curvas de crescimento mais detalhadas dos estudantes no interior destes blocos de anos de escolarização.

É fato amplamente aceito nos meios educacionais e nos estudos de avaliação educacional que “o desempenho acadêmico anterior ao ingresso na escola sempre influencia o nível de desempenho posterior dos alunos” (Gray, 2008, p. 253). A medição apenas ao final de períodos de escolarização, incidindo sobre alunos diferentes, sem controle do início da escolarização (linha de base) e sem maiores informações sobre a evolução do aluno ano a ano, impede que se calcule o valor agregado pela ação educativa da escola, a qual se confunde com outras influências sofridas pelos alunos antes do processo educativo ter início. Isso “fragiliza as análises

e inviabiliza a formulação de políticas de qualidade e equidade baseadas em evidências mais sólidas” (Franco, Brooke, Alves, 2008, p. 627).

Franco (2001) propõe que, apesar de muito caros, os estudos longitudinais permitem estudos sobre o efeito-escola com o controle de trajetória escolar e representam uma alternativa para a superação dessas dificuldades.

Nesse contexto surgiu o “Projeto Geração Escolar 2005 – Estudo Longitudinal sobre Qualidade e Equidade no Ensino Fundamental Brasileiro”, o Projeto Geres, que requereu esforços colaborativos de pesquisadores de seis universidades: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Foi iniciado em 2004 e contou com financiamento do Programa Internacional de Bolsas de Pós-Graduação da Fundação Ford e do Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (Pronex) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

O Projeto Geres é um estudo longitudinal de painel, pois envolve “a coleta de dados, ao longo do tempo, de uma mesma amostra de respondentes” (Babbie, 2005, p. 103), coleta esta que ocorreu no período de 2005 a 2009, seguindo os mesmos alunos de uma amostra de 312 escolas em cinco grandes cidades, ordenadamente: Belo Horizonte, Campinas, Campo Grande, Rio de Janeiro e Salvador. Nesse período foram medidas as proficiências de 35.538 alunos em leitura e matemática nos primeiros anos de escolarização – da 2ª à 5ª série atuais – em cinco ondas de aplicação de testes padronizados. Foram também coletadas, por meio de observação e de questionários, informações sobre os alunos e seus familiares, sobre os professores e os diretores e sobre a escola.

Os questionários foram respondidos por alunos e profissionais das escolas que participaram do projeto;¹ além desses, outro foi preenchido por supervisores da aplicação dos testes do projeto com base nas observações que fizeram nessas escolas. Todos esses questionários, compostos por um elevado número de questões com formato de respostas múltiplas graduadas em escalas do tipo Likert, têm a pretensão de coletar informações de natureza qualitativa, já que se propõem identificar as opiniões de pais, alunos, professores, diretores e observadores externos sobre diferentes aspectos que possam de alguma forma interferir no desempenho da aprendizagem.

Os instrumentos contextuais estão descritos no Quadro 1 onde são apresentadas as informações sobre as escolas, salas de aula e famílias, obtidas a partir de questionários aplicados a diretores, professores, pais e alunos, além de instrumento de observação preenchido pelo supervisor da aplicação dos testes em visitas à escola. O questionário dos pais e a primeira versão do questionário dos alunos, aplicado na 4ª onda, serviram para identificar o nível educacional, a profissão dos pais e os objetos de consumo presentes na casa do aluno. Esse arquivo não foi usado neste trabalho, pois

¹ Não fez parte deste trabalho tratar com dados relativos à definição do nível socioeconômico dos alunos, pois esses estudos já estão disponíveis na base de dados Geres e são de responsabilidade da Coordenação Nacional do projeto. Os dados relativos ao nível socioeconômico foram fornecidos pelos pais das crianças envolvidas no projeto ou, quando isso não aconteceu, foram obtidos a partir de respostas das próprias crianças em questionário utilizado na última onda de aplicação.

buscou informações que permitiram o cálculo do nível socioeconômico, cujo resultado já se encontra compilado na variável "nível socioeconômico do aluno" e consta da base de dados Geres.²

Quadro 1 – Informações sobre os questionários aplicados

Fonte	Descrição
Escola	Aplicado em março de 2005. Informações básicas sobre a infraestrutura da escola.
Diretores	Aplicado em março de 2005 e em novembro de 2007. Informações sobre sua experiência e formação. Sobre características do financiamento da escola (anuidades, bolsas de estudo, etc.) em caso de escola privada. Sobre processos de nomeação do diretor (escolas públicas). Sobre relacionamento com a comunidade. Critérios de formação de turmas. Reaplicado em 2008.
Professores	Aplicado em março de 2005 e em novembro de todos os anos da pesquisa. Previsão do professor sobre desempenho da turma nos testes. Percepção do estilo e liderança do diretor. Práticas de sala de aula. Formação. Práticas culturais.
Pais	Aplicado entre o segundo semestre de 2005 e o segundo semestre de 2007. Caracterização sociodemográfica da família. Aplicado aos pais de alunos novos incorporados à pesquisa a partir de 2007.
Alunos	Aplicado em novembro de 2007 (versão reduzida) e em novembro de 2008 (versão ampliada). Caracterização sociodemográfica da família.

Fonte: Franco, Brooke, Alves (2008).

Projetos longitudinais, como o Geres, produzem grandes quantidades de dados. O fenômeno educativo envolve fatores que o afetam tanto a partir do interior da escola quanto do seu exterior. Sabe-se que a proficiência pode ser afetada em até 50% por fatores que *residem fora da escola* (Waiselfisz, 2009, 2010). Estabelecer a qualidade e o peso destes fatores internos e externos e sua influência na proficiência dos alunos requer uma metodologia cuidadosa e custosa para a qual nem sempre temos dado a devida atenção.

Juntamente com estes problemas de desenho de pesquisa e coleta de dados, há ainda a questão de equacionar formas adequadas para processar grandes conjuntos de dados sobre estas variáveis que se alinham do lado de fora da escola e que podem chegar facilmente à casa das centenas. Este processo de depuração de variáveis igualmente requer uma metodologia cuidadosa e tempo. Aqui, um conjunto de técnicas é colocado em cena, o qual, juntamente com o conhecimento que os pesquisadores têm do fenômeno educativo, permite examinar e definir quais variáveis estão em condições de serem adicionadas aos estudos relacionais.

Este trabalho trata dessas questões e faz parte de um conjunto de estudos que são realizados dentro do Projeto Geres (Polo Campinas), com o intuito de processar o grande volume de informações gerado.³ Ele

² Informações sobre a coleta de dados da proficiência dos alunos não são fornecidas neste estudo, pois não são objeto de nossa análise neste momento, mas podem ser acessadas em: <www.geres.ufmg.br>.

³ Estudos financiados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) no âmbito do Programa Observatório da Educação para o período 2009-2012.

apresenta uma metodologia aplicada para otimizar o uso das variáveis consubstanciadas em dados procedentes de alunos, professores e diretores e da escola, bem como a descrição de cada um dos constructos elaborados e os resultados das medidas produzidas durante a Análise Fatorial Exploratória (AFE). Inclui considerações visando não só o uso dos resultados desse trabalho em outras investigações, mas também oferece subsídios para a discussão de aspectos metodológicos a serem considerados na elaboração de futuros instrumentos de coleta de dados em estudos longitudinais. Faz-se, ainda, um esforço para revelar os critérios utilizados nos processos de validação das variáveis externas, por acreditar-se que tais critérios, muitas vezes subentendidos nas pesquisas, precisam igualmente ser conhecidos e examinados, de forma a dar transparência aos processos de preparação de dados para uso em análises mais sofisticadas.

Procedimentos metodológicos

Considerando-se que todo fenômeno educativo é complexo, faz-se necessária a existência do maior número possível de variáveis, para que se possa estabelecer uma relação minimamente adequada entre os dados contextuais e os dados cognitivos – a proficiência do aluno. Porém, ao mesmo tempo, essa grande quantidade de variáveis traz dificuldades interpretativas, e, por isso, é necessária a redução dessas informações, preservando-se sua capacidade explicativa.

Neste estudo, por ser uma pesquisa longitudinal com um desenho específico, seus dados permitem o cálculo do valor agregado no nível do aluno, o que favorece estudos que outras avaliações transversais não permitem, implicando uma quantidade de informações ainda maior.

Essa redução foi conseguida mediante recursos da estatística descritiva e da AFE, sendo que, com a primeira, buscou-se o conhecimento geral de cada uma das variáveis (frequência, média, desvio-padrão)⁴ e, com a segunda, buscou-se cumprir o objetivo último deste trabalho, que é substituir o conjunto inicial de variáveis por outro com uma menor quantidade, mas *sem perder capacidade explicativa*. As variáveis resultantes desse processo serão usadas em outro estudo, que envolve modelos hierárquicos lineares, para a determinação dos fatores associados às proficiências em leitura e matemática.

A AFE foi aplicada com a finalidade de se determinar um número mínimo de fatores que retenha uma parcela “razoável” da variabilidade devida às variáveis originais.

À medida que o número de variáveis a serem consideradas em técnicas multivariadas aumenta, há uma necessidade proporcional de maior conhecimento da estrutura e das inter-relações das variáveis. [...] A análise fatorial pode ser utilizada para examinar os padrões ou relações latentes para um grande número de variáveis e determinar se a informação pode ser condensada ou resumida a um conjunto menor de fatores ou componentes. (Hair *et al.*, 2009, p. 100)

⁴ Para informações mais detalhadas, ver Dalben e Faccenda (2010).

Para a redução do número de variáveis foi usado o programa computacional PASW, versão 17, da SPSS Inc. O processo a que foi submetido cada um dos quatro arquivos de dados contextuais fornecidos pelo Projeto Geres – Alunos, Professores, Diretores, Escolas – será descrito a seguir.

A primeira tarefa foi realizar a *seleção das variáveis* presentes nos arquivos citados e que seriam submetidas à análise fatorial. Considera-se que cada “item” dos questionários dos quatro diferentes arquivos corresponde a uma variável. Como este trabalho foca a redução das variáveis de contexto, foram mantidas apenas as variáveis com essa natureza (a de fornecer informações de contexto) e que: a) trouxessem informações relevantes ao trabalho; b) não tivessem mais que 95% dos respondentes apontando para uma única e mesma resposta, quando o item tem apenas duas alternativas de resposta (item dicotômico); ou c) não ter mais que 90% apontando para uma única e mesma resposta, quando o item tem mais que duas alternativas de resposta (item politômico). Do ponto de vista estatístico, isso se justifica pelo fato de estarmos interessados em “variabilidade”, ainda que, do ponto de vista educativo, todas as informações, mesmo as que se caracterizem por uma constante, sejam relevantes.

A segunda etapa foi fazer o *agrupamento de itens politômicos* para a composição de constructos,⁵ sendo que os dicotômicos estão sendo tratados em outro estudo. Para tal, os itens deviam atender aos seguintes critérios: a) tratar de um mesmo assunto, *denominado aqui de constructo*; e b) ter as mesmas alternativas de respostas que os demais itens que compõem o constructo ou, mais claramente, ter as mesmas alternativas de múltipla escolha.

Na terceira etapa, fez-se a *determinação dos fatores* que resumiriam as respostas dos itens de questionários a eles relacionados, sem perder significativamente sua capacidade explicativa e variabilidade, por meio da AFE. Neste processo foi usado o método de extração das componentes principais, com a rotação ortogonal *Varimax*.⁶ As etapas desse processo, assim como os valores de referência usados em cada uma delas, serão pormenorizadas mais adiante.

Como quarta etapa, procedeu-se à *denominação dos constructos e dos fatores* que os compõem. Essa denominação é feita em função do conceito medido em cada um dos itens de questionário que o compõe. Como cada fator resultante do processo da AFE será uma variável do arquivo resultante desse processo, a denominação dada ao fator identificará essa variável. Nesta etapa, quando se busca atribuir um significado ao fator, Hair *et al.* (2009, p. 136) sugerem que “todas as cargas fatoriais significantes tipicamente são utilizadas no processo de interpretação. Variáveis com cargas fatoriais maiores influenciam mais a seleção de nome ou rótulo para representar o fator”.

A quinta etapa envolveu a *verificação da confiabilidade*. Confiabilidade “é uma avaliação do grau de consistência entre múltiplas medidas de uma variável” (Hair *et al.*, 2009, p. 126). Para essa verificação foram medidas a correlação interitens, a correlação item-fator e a consistência interna do fator. Hair *et al.* (2009), apoiados em Robinson, Sharver e Wrightsman

⁵ Para itens dicotômicos é recomendado o uso de outras técnicas, tais como a Análise Fatorial de Informação Plena (Soares, 2005), ou Análise Fatorial Booleana (Hair *et al.*, 2009).

⁶ Segundo Hair *et al.* (2009), o método de rotação ortogonal *Varimax* é o mais popular, “concentrando-se na simplificação das colunas em uma matriz fatorial” (p. 102), e “maximiza a soma de variâncias de cargas exigidas da Matriz fatorial” (p. 118).

(1991), sugerem que as correlações interitens excedam a 0,3 e que as correlações item-fator devem ser maiores que 0,5. A consistência interna do fator, medida pelo "limite inferior para o Alfa de Cronbach geralmente aceito, é de 0,7 – apesar de poder diminuir para 0,6 em pesquisa exploratória" (Hair *et al.*, 2009) – e, ainda, o Alfa de Cronbach não deve aumentar se algum item for eliminado do fator. Uma atenção especial foi dada a essas medidas quando o número de itens por fator foi inferior a três. Nestes casos, o Alfa de Cronbach é consideravelmente diminuído, enquanto as correlações item-fator são aumentadas. Nesta etapa, Hair *et al.* (2009, p. 126) fazem duas ressalvas importantes: (i) "como nenhum item isolado é uma medida perfeita de um conceito, devemos confiar em várias medidas diagnósticas para avaliar consistência interna; e (ii) "como o aumento do número de itens, mesmo com grau igual de intercorrelação, aumenta o valor de confiabilidade do Alfa de Cronbach, os pesquisadores devem fazer exigências mais severas para as escalas com muitos itens". Ou seja, a verificação da confiabilidade deve ser feita de maneira global, envolvendo mais que uma medida de confiabilidade, sobretudo quando os fatores são compostos por menos itens e os pesquisadores precisam ser menos severos na medida do Alfa de Cronbach.

A sexta etapa foi dedicada à *validação da análise fatorial*. Após verificar que os fatores gerados estavam de acordo com sua definição conceitual e atendiam aos critérios de confiabilidade, foi avaliado o grau de generalidade dos resultados para a população. "A questão da generalidade é crítica para todo método multivariado, mas é especialmente relevante nos métodos de interdependência, pois eles descrevem uma estrutura de dados que também deve ser representativa da população" (Hair *et al.*, 2009, p. 123). Neste trabalho, essa verificação foi feita de forma empírica por meio da divisão da amostra em subamostras distintas e aleatórias, com 50% do total dos registros em cada subamostra. O modelo fatorial de cada constructo foi considerado estável quando o estimado em cada subamostra coincidia com o da amostra. Caso contrário, o processo da AFE era retomado re-considerando a alteração no número de fatores ou na relação de itens que compunham o constructo.

Finalmente, foi feita a *atribuição de valor ao fator*. Como um fator é composto geralmente por mais que um dos itens de questionário, o valor que lhe é atribuído corresponde à média aritmética simples dos valores que constam em cada um dos itens que o compõem.

É importante registrar que o processo de análise fatorial, apesar de se apoiar em testes estatísticos e em critérios bem delineados, não apresenta uma solução única ao pesquisador. Por isso, a AFE deve ser tomada como ferramenta cujo uso deve associar *critérios semânticos e conceituais* a resultados de testes estatísticos inerentes ao processo. Ou seja, a realização do trabalho deve apoiar-se no princípio da interpretabilidade (quando o pesquisador, *de forma subjetiva*, agrupa os itens em um constructo e decide sobre quais e quantos fatores deverão compô-lo) e no princípio da parcimônia (que busca explicar as correlações entre as variáveis observadas com o menor número de fatores possível). Há,

portanto, certo grau de subjetividade na organização das variáveis que entram em um estudo, o que nem sempre é percebido e anotado nos relatórios finais das pesquisas.

Para a composição dos constructos, cada um dos fatores e itens que o compõem deve atender a um conjunto de critérios, de forma que o processo descrito a seguir deve ser repetido um número necessário de vezes, excluindo itens ou alterando o número de fatores de um constructo, até que os critérios sejam atendidos. Desses critérios, o mais importante foi a busca da adequada distribuição da carga fatorial dos itens entre os fatores de um constructo, afinal a análise fatorial por componentes principais é feita de forma que

a primeira combinação linear é o primeiro componente principal. Este tem a propriedade de ter a maior variância possível. O segundo componente principal tem a propriedade de ter a maior variância possível e sendo não correlacionado com o primeiro componente. Os outros componentes principais são definidos similarmente, com o i -ésimo componente principal tendo a maior variância possível, dado que ele é não correlacionado com os $i-1$ primeiros componentes principais. (Manly, 2008, p. 100).

O resultado final desse processo é um constructo constituído de fatores que, por sua vez, são compostos por um determinado número de itens. Nessa questão da relação de número de itens por fator, Worthington e Whittaker (2006) salientam que,

quanto maior o número de itens em um fator, maior será a confiança que se poderá ter no uso desse fator em estudos futuros. Assim, com algumas ressalvas menores, alguns autores têm recomendado contra a retenção de fatores com menos de três itens (Tabachnick, Fidell, 2001, p. 821). É possível manter um fator com apenas dois itens, desde que estes sejam altamente correlacionados entre si (isto é, $r > 0,70$) e tenham baixa correlação com os outros fatores. Sob essas condições, pode ser apropriado considerar outros critérios (por exemplo, interpretabilidade) para decidir se mantém-se o factor ou o descarta. (Tradução nossa).

As etapas desse processo e os valores das medidas estatísticas a elas associadas são os seguintes:

- 1 Determinação dos fatores de um constructo. A AFE agrupa todos os itens de um constructo em fatores, de forma que haja a maior correlação possível entre os itens de um mesmo fator e, ao mesmo tempo, se garanta a menor correlação possível entre os diferentes fatores. Para verificar a qualidade dessas correlações é usada a medida de adequação da amostragem de *Kaiser-Meyer-Olkin*, conhecido por teste KMO, e o teste de esfericidade de *Bartlett*. O teste KMO compara as correlações simples com as demais parciais observadas, ou seja, verifica as correlações entre os itens quando o efeito linear dos demais itens é eliminado. Os valores do KMO oscilam entre 0 e 1, mas são desejáveis os valores mais próximos de 1, tendo 0,5 como limite mínimo de adequabilidade.

Para uma interpretação mais detalhada, Hair *et al.* (2009, p. 110) apresentam a seguinte escala de interpretabilidade: no intervalo de 0 a 0,40, inadequado; de 0,50 a 0,59, ruim; de 0,60 a 0,69, fraco; de 0,70 a 0,79, mediano; de 0,80 a 0,89, bom; e entre 0,90 e 1, excelente. Para Miranda (2006, p. 36),

o teste KMO apresenta a variância das variáveis e é necessário que o resultado seja acima de 0,50 para que os dados sejam úteis na AFE. O teste de Bartlett conclui se a matriz é idêntica, ou seja, sendo idênticos, os dados não seriam relacionados. Por isso, espera-se que a hipótese deste teste seja negada, resultando um sintótico menor do que 0,05.

- 2 A avaliação da qualidade das correlações é feita pelo teste de esfericidade de Bartlett, que verifica se há correlação entre os fatores. Nesse teste, *valores menores que 0,05 indicam que o processo da AFE é adequado.*
- 3 Verificação da comunalidade do item, ou seja, a proporção da variância que é por ele explicada deve ser aceitável. Para Hair *et al.* (2009, p. 121) “o pesquisador identificaria todos os itens com comunalidade menor que 0,50 como não tendo explicação suficiente”. Há outros autores, como, por exemplo, Worthington e Whittaker (2006), que propõem que valores aceitáveis são aqueles *superiores a 0,4.*
- 4 Exame da adequada distribuição da carga fatorial de cada um dos itens entre os distintos fatores que compõem um determinado constructo. Neste trabalho, os valores são orientados por Hair *et al.* (2009) e Worthington e Whittaker (2006), e são os seguintes:
 - a) Pelo critério de Kaiser, um fator é considerado adequado quando seu valor próprio for *igual ou superior a 1 (eigenvalue ≥ 1)*. Em alguns casos, em que essa condição não é atendida e não se deseja excluir o item, dada sua importância contextual e também por não se tratar de uma análise confirmatória, mas sim exploratória, pode-se optar pelo critério do *Scree Plot* em que se verifica a não variação entre os valores próprios dos diferentes fatores;
 - b) Carga fatorial dos itens *igual ou superior a 0,5 (factor loadings $\geq 0,5$)*. Segundo Hair *et al.* (2009, p. 120), “para uma amostra grande, maior que 350, uma carga fatorial maior que 0,30 pode ser considerada estatisticamente significativa. Do ponto de vista prático, cargas fatoriais com valor absoluto maior que 0,5 são tidas como significativas”.
 - c) Inexistência de carga fatorial cruzada de um item entre diferentes fatores. Um item tem carga fatorial cruzada quando apresenta *carga fatorial superior ou igual a 0,32 (factor loadings $\geq 0,32$)* em mais que um fator e, ainda, quando a *diferença entre essas cargas for inferior a 0,15 (cross loadings $\leq 0,15$)*. Essas orientações são dadas por

Worthington e Whittaker (2006, p. 823, tradução nossa), quando afirmam que “pesquisadores devem excluir os itens com cargas fatoriais menores que 0,32 ou com cargas cruzadas com diferenças inferiores a 0,15 entre as maiores cargas”.

- d) Um item deve ser excluído quando apresentar cargas fatoriais cruzadas mesmo no método de extração de componentes principais com rotação ortogonal (*Varimax*).
- 5 Verificação da capacidade explicativa da variância. Após a redução da quantidade de itens em alguns fatores, é necessário que esses fatores expliquem no *mínimo 40% da variabilidade de todos os itens juntos* antes da redução.

Finalmente, cabe assinalar que muitas variáveis dos arquivos de origem são de identificação e não de caracterização e, por isso, não foram submetidas à AFE. Outros itens do questionário dos alunos que se destinavam a medir o nível socioeconômico também não foram trabalhados, uma vez que já foram tratados por Alves e Soares (2009) e se encontram nos arquivos fornecidos na base de dados Geres, da qual consta a variável com a designação de “NSE” – nível socioeconômico do aluno.

Resultados

A seguir são apresentados os resultados da aplicação da AFE aos dados de contexto do Projeto Geres. Inicialmente, a Tabela 1 mostra o resumo do número de itens submetidos à AFE, do número de itens excluídos no processo e do número de variáveis resultantes, em cada arquivo.

Tabela 1 – Número de variáveis resultantes da AFE

Arquivo	Números de itens submetidos à AFE	Números de itens excluídos no processo	Número de variáveis resultantes da AFE
Alunos	21	4	5
Professores	149	17	34
Diretores	42	15	8
Escolas	53	26	10

Depois vêm as tabelas com as medidas de cada um dos fatores que resultaram dos quatro arquivos trabalhados. Os valores apresentados para carga fatorial, comunalidade, correlação item-fator e correlação interitens representam os valores máximo e mínimo obtidos entre os diferentes itens que compõem cada um dos fatores.

Como se poderá constatar, alguns itens foram mantidos quando algumas de suas medidas não atingiram os valores mínimos de referência mas

eram satisfatórias numa análise global e, além disso, a exclusão do item não representaria uma melhora nesses valores e tampouco melhoraria a interpretabilidade do fator.

No arquivo com informações sobre os alunos, há 35.538 registros que contêm pelo menos a proficiência medida em uma das ondas de aplicação dos testes, porém não são todos os alunos que possuem informações de seu contexto, visto que estas foram coletadas uma única vez no processo, excluindo com isso os alunos que não se encontravam naquele momento.

A Tabela 2 apresenta os resultados das medidas fornecidas durante o processo de Análise Fatorial referente ao constructo CA01 (motivação para o estudo) do arquivo Alunos, composto por cinco fatores.

Tabela 2 – Valores estatísticos do arquivo Alunos

Constructo	KMO	% da variância explicada	Fator	Num. de itens	Auto-valor inicial	Alfa de Cronbach	Carga fatorial		Comunalidade		Correlação item-fator		Correlação interitens	
							Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
CA01	0,835	58,89	FA01	7	3,482	0,80	0,630	0,748	0,424	0,575	0,646	0,737	0,302	0,502
			FA02	3	2,688	0,68	0,703	0,803	0,518	0,690	0,65	0,841	0,325	0,539
			FA03	2	1,314	0,59	0,804	0,832	0,683	0,709	0,838	0,853	0,413	0,413
			FA04	2	0,984	0,55	0,743	0,851	0,645	0,743	0,819	0,851	0,382	0,382
			FA05	2	0,954	0,45	0,771	0,780	0,633	0,646	0,805	0,809	0,290	0,290

Nesse constructo, dos cinco fatores que resultaram da Análise Fatorial, três (FA03 = 0,59; FA04 = 0,55 e FA05 = 0,45) não atendem aos valores mínimos de referência do Alfa de Cronbach, que é de 0,60, e podem não ter sido estimados adequadamente pelo fato de serem compostos por apenas dois itens.

Pode-se ainda constatar que o patamar mínimo para a correlação interitens de 0,30 não foi atendido para o FA05 (0,290), que foi mantido por encontrar-se muito próximo do limite.

A comunalidade (com valor mínimo de 0,424, entre todos os fatores) e a correlação item-fator de todos os itens (com valor mínimo de 0,646) que compõem os cinco fatores ficaram acima dos valores mínimos estabelecidos neste estudo. Outra medida feita foi o teste de esfericidade de Bartlett, que deu significativo para todos, mas não foi explicitado na Tabela 2. Também pode ser considerado bom o valor estimado de KMO, que é igual a 0,835.

Considerando ainda que os cinco fatores juntos explicam 58,89% da variância total dos dados e, também, que todos os itens apresentam cargas fatoriais significativas (acima de 0,6) sobre o fator, parece ser razoável considerar que esses fatores têm uma boa capacidade explicativa e com solução fatorial aceitável para ser usada em estudos posteriores.

A Tabela 3 apresenta as variáveis que compõem o arquivo que contém informações sobre os alunos e que resultou do processo de análise para redução de variáveis. Os itens que compõem cada fator podem ser encontrados em Faccenda e Dalben (2010).

Tabela 3 – Síntese do resultado da Análise Fatorial Exploratória, arquivo Alunos

Constructo*	Variável	Descrição	Domínio
CA01	FA01	Estímulo extrínseco para o estudo	0 ≤ FA01 ≤ 2
	FA02	Estímulo intrínseco para o estudo	0 ≤ FA02 ≤ 2
	FA03	Incentivo do Professor	0 ≤ FA03 ≤ 2
	FA04	Gosto pela escola	0 ≤ FA04 ≤ 2
	FA05	Estímulo intrínseco para a lição de casa	0 ≤ FA05 ≤ 2

* O rótulo dado ao constructo CA01 é Estímulo ao estudo.

A Tabela 4 apresenta um resumo dos resultados das medidas fornecidas durante o processo de AFE referente aos 16 constructos representados por 34 fatores do arquivo Professor, no qual contém um total de 2.918 registros.

Tabela 4 – Valores estatísticos do arquivo Professores

(continua)

Constructo	KMO	% da variância explicada	Fator	Num. de itens	Auto-valor inicial	Alfa de Cronbach	Carga fatorial		Comunalidade		Correlação item-fator		Correlação interitens	
							Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
CP01	0,939	68,79	FP01	9	6,19	0,94	0,676	0,907	0,457	0,823	0,651	0,911	0,485	0,833
CP02	0,871	61,14	FP02	6	6,48	0,83	0,560	0,791	0,455	0,723	0,672	0,784	0,333	0,615
			FP03	6	1,97	0,82	0,531	0,792	0,330	0,663	0,632	0,791	0,334	0,614
			FP04	4	1,56	0,87	0,759	0,856	0,717	0,769	0,839	0,901	0,537	0,688
			FP05	2	0,99	0,43	0,647	0,834	0,502	0,711	0,771	0,837	0,280	0,280
CP03	0,918	61,26	FP06	8	4,90	0,91	0,686	0,863	0,470	0,744	0,691	0,84	0,425	0,880
CP04	0,500	71,78	FP07	2	1,44	0,54	0,847	0,847	0,718	0,718	0,745	0,925	0,436	0,436
CP05	0,683	56,96	FP08	4	1,83	0,60	0,565	0,743	0,691	0,691	1,000	1,000	0,200	0,342
			FP09	1	1,01	--	0,980	0,980	0,300	0,564	0,599	0,779	--	--
CP06	0,812	45,59	FP10	6	2,74	0,75	0,615	0,759	0,380	0,577	0,570	0,740	0,220	0,472
CP07	0,924	73,71	FP11	7	5,16	0,94	0,790	0,926	0,624	0,858	0,786	0,927	0,600	0,853
CP08	0,761	69,06	FP12	4	2,96	0,81	0,724	0,887	0,565	0,788	0,741	0,85	0,404	0,662
			FP13	2	1,89	0,51	0,714	0,881	0,658	-0,78	0,851	0,836	0,347	0,347
			FP14	3	2,55	0,80	0,747	0,872	0,582	0,781	0,791	0,882	0,494	0,694
CP09	0,704	59,66	FP15	4	1,64	0,59	0,608	0,697	0,432	0,582	0,681	0,749	0,190	0,359
			FP16	2	1,18	0,43	0,733	0,774	0,561	0,641	0,800	0,802	0,250	0,250
CP10	0,864	54,13	FP17	7	4,03	0,82	0,592	0,777	0,37	0,619	0,648	0,755	0,321	0,569
			FP18	3	1,38	0,67	0,632	0,837	0,501	0,702	0,696	0,829	0,366	0,485
CP11	0,690	64,49	FP19	3	3,11	0,84	0,792	0,905	0,672	0,833	0,808	0,904	0,560	0,779
			FP20	4	2,02	0,60	0,659	0,755	0,459	0,600	0,59	0,723	0,180	0,452
			FP21	3	1,41	0,57	0,634	0,826	0,491	0,702	0,693	0,823	0,230	0,408
			FP22	2	1,19	0,81	0,879	0,900	0,816	0,836	0,913	0,931	0,690	0,690

Tabela 4 – Valores estatísticos do arquivo Professores

(conclusão)

Constructo	KMO	% da variância explicada	Fator	Num. de itens	Auto-valor inicial	Alfa de Cronbach	Carga fatorial		Comunalidade		Correlação item-fator		Correlação interitens	
							Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
CP12	0,941	80,26	FP23	7	6,18	0,97	0,838	0,918	0,756	0,886	0,872	0,941	0,724	0,901
			FP24	2	1,04	0,59	0,792	0,839	0,682	0,733	0,849	0,856	0,419	0,419
CP13	0,751	91,23	FP25	2	3,77	0,96	0,874	0,884	0,803	0,811	0,649	0,661	0,931	0,931
			FP26	2	1,11	0,89	0,857	0,919	0,78	0,837	0,59	0,675	0,807	0,807
			FP27	2	0,59	0,83	0,822	0,929	0,816	0,834	0,92	0,928	0,303	0,303
CP14	0,672	68,53	FP28	3	1,87	0,62	0,651	0,818	0,522	0,673	0,756	0,774	0,290	0,408
			FP29	1	0,88	--	0,974	0,974	0,959	0,959	1,000	1,000	--	--
CP15	0,739	66,19	FP30	4	3,96	0,82	0,708	0,861	0,609	0,749	0,766	0,845	0,357	0,635
			FP31	3	1,75	0,62	0,590	0,857	0,406	0,752	0,711	0,831	0,230	0,564
CP16	0,885	60,74	FP32	2	1,25	0,54	0,774	0,827	0,646	0,704	0,798	0,867	0,38	0,38
			FP33	7	5,15	0,90	0,609	0,894	0,390	0,810	0,637	0,900	0,395	0,834
			FP34	5	2,14	0,80	0,630	0,796	0,400	0,660	0,659	0,808	0,280	0,611

Os constructos CP02, CP05, CP06 e CP16 deste arquivo têm itens que apresentam problema de comunalidade. Neste arquivo foram produzidos fatores compostos por um único item do questionário (FP09 e FP29) e dez fatores com dois itens, ou seja, 35% dos fatores deste arquivo foram compostos por menos que três itens. A consistência interna teve medida abaixo do esperado em dois fatores com três ou mais itens (FP21 e FP15), sendo que nos demais casos o Alfa de Cronbach *foi considerado com ressalva por serem fatores com menos que três itens*.

O indicador mais importante na aceitabilidade da solução fatorial é a carga fatorial dos itens, no sentido de que todos os itens do fator apresentem carga fatorial significativa, maiores que 0,50. Neste sentido todos os itens dos fatores apresentados na Tabela 4 possuem cargas fatoriais significativas. Em particular, os itens dos fatores com menos de três itens apresentaram carga fatorial superior a 0,65 e os fatores passaram pelo teste da estabilidade da estrutura fatorial; assim, optou-se por mantê-los no estudo, mesmo sabendo de sua limitação (Hair *et al.*, 2009). Há que se considerar, ainda, a impossibilidade de se mudar a qualidade dos itens para melhorar este aspecto, uma vez que a pesquisa já foi executada.

Portanto, de maneira geral, apesar da limitação destacada acima, podemos concluir que a estrutura fatorial dos constructos apresentada na Tabela 3 possui índices aceitáveis de validade e confiabilidade. Desta forma, parece-nos razoável afirmar que os fatores resultantes podem ser utilizados, com razoável confiança, em aplicações posteriores. No entanto, é importante ressaltar que, em futuras pesquisas, a qualidade dos itens de questionários precisa ser melhorada, no sentido de que sejam evitadas as dificuldades descritas.

A Tabela 5 traz os constructos e as variáveis com seus respectivos domínios que resultaram do processo de redução de variáveis do arquivo Professores, que contém 2.918 registros.

Tabela 5 – Síntese do resultado da Análise Fatorial Exploratória, arquivo Professores

Constructo*	Variável	Descrição	Domínio
CP01	FP01	Relação com o diretor	1 ≤ FP01 ≤ 5
CP02	FP02	Boa interação entre a equipe	1 ≤ FP02 ≤ 5
	FP03	Pouco trabalho coletivo	1 ≤ FP03 ≤ 5
	FP04	Boa relação entre professores	1 ≤ FP04 ≤ 5
	FP05	Unidade de propósito entre os professores	1 ≤ FP05 ≤ 5
CP03	FP06	Violência no ambiente escolar	1 ≤ FP06 ≤ 3
CP04	FP07	Frequência do dever de casa	1 ≤ FP07 ≤ 5
CP05	FP08	Expectativas negativas em relação à educação	1 ≤ FP08 ≤ 5
	FP09	Expectativas positivas em relação à educação	1 ≤ FP09 ≤ 5
CP06	FP10	Acesso a atividades culturais	1 ≤ FP10 ≤ 4
CP07	FP11	Prática pedagógica de leitura	1 ≤ FP11 ≤ 5
CP08	FP12	Prática pedagógica de escrita	1 ≤ FP12 ≤ 5
	FP13	Proposição de cópia ou caligrafia	1 ≤ FP13 ≤ 5
	FP14	Proposição atividade leitura individual é precedida de explicação	1 ≤ FP14 ≤ 4
CP09	FP15	Proposição de leitura em prática coletiva	1 ≤ FP15 ≤ 4
	FP16	Proposição de atividade individual de leitura e produção de texto	1 ≤ FP16 ≤ 4
CP10	FP17	Ensino de matemática com ênfase na resolução de problemas	1 ≤ FP17 ≤ 5
	FP18	Ensino de matemática com ênfase na reprodução	1 ≤ FP18 ≤ 5
CP11	FP19	Usa a premiação para estimular o estudo	1 ≤ FP19 ≤ 7
	FP20	Usa a diversificação de atividades para estimular o estudo	1 ≤ FP20 ≤ 7
	FP21	Valoriza publicamente o desempenho	1 ≤ FP21 ≤ 7
	FP22	Estimula pelo sucesso	1 ≤ FP22 ≤ 7
CP12	FP23	Adequação do livro ao ensino	1 ≤ FP23 ≤ 3
	FP24	Importância da indicação externa do livro	1 ≤ FP24 ≤ 3
CP13	FP25	Tempo usado nas disciplinas relacionadas com as proficiências	1 ≤ FP25 ≤ 6
	FP26	Tempo usado nas disciplinas não relacionadas com as proficiências	1 ≤ FP26 ≤ 6
	FP27	Tempo usado em disciplinas de formação complementar	1 ≤ FP27 ≤ 6
CP14	FP28	Interrupção das aulas por indisciplina	1 ≤ FP28 ≤ 7
	FP29	Interrupção das aulas por necessidade administrativa	1 ≤ FP29 ≤ 6
CP15	FP30	Uso de recursos audiovisuais	1 ≤ FP30 ≤ 5
	FP31	Uso de laboratório e multimídia	1 ≤ FP31 ≤ 5
	FP32	Uso de materiais concretos de matemática e geografia	1 ≤ FP32 ≤ 5
CP16	FP33	Trabalho coletivo	1 ≤ FP33 ≤ 5
	FP34	Grau de envolvimento do professor com o trabalho escolar	1 ≤ FP33 ≤ 5

* Os rótulos dados a cada um dos constructos são: CP01: Atuação da direção; CP02: Visão de metas compartilhadas; CP03: Clima organizacional; CP04: Reforço positivo; CP05: Expectativas; CP06: Perfil do professor; CP07: Prática de leitura; CP08: Prática de escrita; CP09: Ensino da língua portuguesa; CP10: Ensino da matemática; CP11: Práticas pedagógicas; CP12: Escolha do livro didático; CP13: Planejamento do tempo para as disciplinas; CP14: Interrupção das aulas; CP15: Recursos técnico-pedagógicos; CP16: Clima institucional.

A Tabela 6 apresenta um resumo dos resultados das medidas fornecidas durante o processo da Análise Fatorial referente aos três constructos representados por oito fatores do arquivo Diretor.

Tabela 6 – Valores estatísticos do arquivo Diretores

Constructo	KMO	% da variância explicada	Fator	Num. de itens	Auto-valor inicial	Alfa de Cronbach	Carga fatorial		Comunalidade		Correlação item-fator		Correlação interitens	
							Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
CD01	0,866	61,68	FD01	7	5,04	0,86	0,647	0,762	0,483	0,666	0,687	0,817	0,359	0,681
			FD02	4	1,84	0,79	0,741	0,779	0,583	0,635	0,773	0,798	0,447	0,557
			FD03	2	1,14	0,73	0,815	0,838	0,74	0,772	0,885	0,891	0,573	0,573
CD02	0,760	60,941	FD04	4	2,96	0,79	0,724	0,808	0,547	0,704	0,711	0,829	0,414	0,685
			FD05	3	1,50	0,49	0,681	0,747	0,467	0,57	0,663	0,741	0,224	0,275
			FD06	2	1,02	0,54	0,761	0,832	0,647	0,721	0,800	0,856	0,372	0,372
CD03	0,621	67,06	FD07	2	2,17	0,82	0,895	0,906	0,824	0,825	0,919	0,932	0,691	0,691
			FD08	3	1,18	0,54	0,702	0,747	0,511	0,597	0,63	0,796	0,201	0,421

Neste arquivo, que contém 669 registros, foram produzidos três fatores com dois itens, ou seja, 37% dos fatores deste arquivo foram compostos por menos que três itens. A consistência interna teve medida abaixo de 0,60 em dois fatores (FD05 e FD08) com três e um (FD06) com dois itens. A medida KMO e o total de variância explicada, as cargas fatoriais, a comunalidade e a correlação item-fator ficaram acima do mínimo estabelecido. Os fatores FD05 e FD08 apresentaram itens com correlações interitens abaixo de 0,30.

De maneira geral, podemos concluir que a estrutura fatorial dos constructos apresentada na Tabela 6 possui índices aceitáveis de validade e confiabilidade. Desta forma, assim como nos resultados anteriores, parece-nos razoável afirmar que os fatores resultantes neste constructo também podem ser utilizados com razoável confiança em aplicações posteriores.

A Tabela 7 traz os constructos e as variáveis com sua respectiva descrição e domínio que resultaram do processo de redução de variáveis do arquivo Diretores.

Tabela 7 – Síntese do resultado da Análise Fatorial Exploratória, arquivo Diretores

Constructo*	Variável	Descrição	Domínio
CD01	FD01	Interferência por intimidação, violência, discriminação e drogas	1 ≤ FD01 ≤ 3
	FD02	Interferência do perfil do professor	1 ≤ FD02 ≤ 3
	FD03	Interferência do perfil do aluno, família	1 ≤ FD03 ≤ 3
CD02	FD04	Interferência da orientação pedagógica	1 ≤ FD04 ≤ 4
	FD05	Presença física do diretor	1 ≤ FD05 ≤ 4
	FD06	Organização de eventos	1 ≤ FD06 ≤ 4
CD03	FD07	Frequência de encontros com a comunidade	1 ≤ FD07 ≤ 5
	FD08	Frequência da presença na comunidade	1 ≤ FD08 ≤ 5

* Os rótulos dados a cada um dos constructos são: CP01: Percepção dos obstáculos que impedem o melhoramento da escola; CP02: Envolvimento com ações de sua comunidade; CP03: Relacionamento social do diretor com a comunidade escolar interna e externa.

Neste arquivo há um quarto constructo que trata sobre a interação entre a escola e a comunidade, enfocando a temática participação, mas que não foi tratado neste trabalho por ser composto de itens dicotômicos altamente correlacionados (Faccenda, Dalben, 2010).

A Tabela 8 apresenta um resumo dos resultados das medidas fornecidas durante o processo de Análise Fatorial referentes aos três constructos representados por dez fatores do arquivo Escola, no qual há registro de 311 escolas dos cinco polos participantes do Projeto Geres, das quais 303 participaram nas quatro primeiras ondas e apenas 237 participaram da quinta onda. Isso se deve ao fato de que o polo de Salvador aplicou a primeira onda nos alunos do ano de escolarização, e, por conseguinte, a quinta onda não foi possível de ser aplicada porque seus alunos já não estavam na primeira fase do ensino fundamental.

Tabela 8 – Valores estatísticos do arquivo Escolas

Constructo	KMO	% da variância explicada	Fator	Num. de itens	Auto-valor inicial	Alfa de Cronbach	Carga fatorial		Comunalidade		Correlação item-fator		Correlação interitens	
							Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
CE01	0,77	56,6	FE01	9	4,37	0,88	0,631	0,782	0,419	0,617	0,642	0,760	0,290	0,675
			FE02	4	2,63	0,86	0,774	0,841	0,618	0,708	0,741	0,882	0,344	0,932
CE02	0,607	86,61	FE03	2	2,81	0,86	0,952	0,954	0,916	0,919	0,939	0,977	0,848	0,848
			FE04	2	1,97	0,91	0,933	0,937	0,918	0,920	0,956	0,963	0,840	0,840
			FE05	2	1,19	0,83	0,913	0,924	0,886	0,891	0,915	0,954	0,750	0,750
			FE06	2	0,98	0,66	0,830	0,835	0,745	0,750	0,854	0,874	0,491	0,491
CE03	0,665	84,51	FE07	2	2,37	0,80	0,876	0,906	0,847	0,863	0,912	0,914	0,667	0,667
			FE08	2	0,98	0,52	0,759	0,842	0,656	0,740	0,801	0,843	0,350	0,350
			FE09	1	0,88	--	0,963	0,963	0,968	0,968	1,000	1,000	--	--
			FE10	1	0,83	--	0,987	0,987	0,968	0,968	1,000	1,000	--	--

Neste arquivo foram produzidos somente dois fatores com mais de dois itens, ou seja, 80% dos fatores foram compostos por menos que três itens. Os demais indicadores ficaram acima do mínimo estabelecido. De maneira geral, apesar do baixo número de itens por constructo, podemos concluir que a estrutura fatorial apresentada na Tabela 8 possui índices que, como nos arquivos anteriores, numa avaliação global das medidas, podem ser utilizados em aplicações posteriores.

A Tabela 9 traz a descrição dos constructos e das variáveis com seus respectivos domínios que resultaram do processo de redução de variáveis do arquivo Escolas com o recurso da AFE.

Tabela 9 – Síntese das variáveis resultantes da Análise Fatorial Exploratória, arquivo Escolas

Constructo*	Variável	Descrição	Domínio
CE01	FE01	Conservação e limpeza do prédio	$1 \leq FE01 \leq 4$
	FE02	Conservação e limpeza área de alimentação	$1 \leq FE02 \leq 4$
CE02	FE03	Espaço sala de leitura	$1 \leq FE03 \leq 3$
	FE04	Condições da biblioteca	$1 \leq FE04 \leq 3$
	FE05	Laboratório de Informática	$1 \leq FE05 \leq 3$
	FE06	Sala de Artes e Laboratório de Ciências	$1 \leq FE06 \leq 3$
CE03	FE07	Disponibilidade de computador e internet para professor	$1 \leq FE07 \leq 3$
	FE08	Existência de equipamentos para fotocópia e escaneamento	$1 \leq FE08 \leq 3$
	FE09	Existência de material concreto para matemática	$1 \leq FE09 \leq 3$
	FE10	Existência de terrário e aquário	$1 \leq FE10 \leq 3$

* Os rótulos dados a cada um dos constructos são: CE01: Conservação e limpeza da escola; CE02: Disponibilidade de espaços físicos; CE03: Recursos materiais disponíveis.

Todos esses arquivos, compostos por fatores resultantes da AFE, foram submetidos a uma avaliação de confiabilidade que permitiu constatar que a estrutura fatorial proposta é estável.⁷

Desta forma, podemos dizer que a análise de componentes principais se mostrou adequada na determinação de fatores, não só possibilitando uma simplificação bastante útil da informação contida nos questionários de contexto do Projeto Geres, mas também minimizando possíveis erros de medida, uma vez que agrega em um fator as medidas de todos os itens que o compõem.

Análise dos resultados

Dos 35.538 alunos cadastrados durante as cinco ondas de aplicação do Geres, apenas 7.003 (19,7%) participaram de todas elas e 10.130 (28,5%), das quatro primeiras. Essa segunda informação é importante, uma vez que o polo de Salvador participou apenas das quatro primeiras ondas. Esses números evidenciam um dos problemas inerentes à pesquisa longitudinal de painel, o esgotamento do painel, referente à diminuição da amostra no decorrer da coleta de dados (Babbie, 2005), dada a uma das características da educação, pelo menos na realidade brasileira, que é a existência de transferência de alunos entre escolas e o abandono da vida escolar.

Uma vez que o Projeto Geres “tem como objetivo central investigar quais práticas pedagógicas e condições escolares contribuem para a

⁷ Informações adicionais, tais como itens que compõem cada fator, a distribuição da carga fatorial de cada item entre os diferentes fatores, itens excluídos, número de respondentes e detalhamento das análises, podem ser encontradas em Faccenda e Dalben (2010).

promoção da eficácia e da equidade escolar, tendo como principal abordagem analítica a utilização de modelos multiníveis” (Franco, Brooke, Alves, 2008, p. 625), o trabalho descrito neste artigo buscou reduzir o número de variáveis para facilitar a interpretação em estudos futuros que colaborem para o cumprimento deste objetivo.

Este trabalho usou a Análise Fatorial para “descobrir padrões de variações nos valores de diversas variáveis, essencialmente pela geração de dimensões artificiais (fatores) que se correlacionam altamente com diversas das variáveis reais” (Babbie, 2005, p. 418), no entanto, valem as advertências de Hair *et al.* (2009, p. 145) acerca da AFE:

Como qualquer outro procedimento estatístico, uma análise fatorial começa com um conjunto de dados imperfeitos. Quando os dados variam por conta de mudanças na amostra, do processo de coleta de dados ou de inúmeros tipos de erros de medidas, os resultados da análise também podem se alterar. Os resultados de qualquer análise são, portanto, menos do que perfeitamente dignos de confiança. [...] Esse problema é especialmente crítico porque os resultados de uma solução analítica de um só fator frequentemente parecem plausíveis. É importante enfatizar que a plausibilidade não é garantia de validade ou estabilidade.

Neste contexto, são apresentadas, a seguir, algumas limitações encontradas no trabalho de redução do número de variáveis, usando como recurso estatístico a AFE com extração de componentes principais e método de rotação ortogonal (*Varimax*). São elas:

- 1 Presença de constructos com itens dicotômicos, isto é, itens de questionário que apresentam apenas duas alternativas de resposta. A natureza dicotômica dos itens limita o uso da AFE. Este problema foi constatado no constructo autoavaliação no questionário do contexto do aluno e no constructo interação escola, pais e comunidade, do questionário do Diretor.
- 2 Composição de fatores com menos de três itens. Após Análise Fatorial, alguns fatores ficaram compostos por menos de três itens, cuja consequência é a diminuição da confiabilidade das medidas estatísticas, tais como a consistência interna e as correlações item-fator, usadas pelo pesquisador na tomada de suas decisões. Na configuração final encontraram-se três (60%) no questionário Alunos, doze (37%) no questionário Professor, três (37%) no questionário Diretor e oito (80%) no questionário Escola. Assim, o uso de menos de três indicadores nos fatores apontados é muito limitado e criticado pela literatura (Hair *et al.*, 2009), embora outros indicadores tenham ficado bem acima do sugerido pela literatura.
- 3 Itens de questões com padrões de resposta diferentes. Alguns itens do questionário, que abordavam o mesmo conceito, poderiam ser agrupados em um mesmo constructo, porém

não o foram por não apresentarem o mesmo padrão de resposta. Algumas transformações poderiam ser feitas para uma adaptação, no entanto isto prejudicaria a interpretabilidade em análises posteriores.

- 4 Variáveis com muitos dados faltantes. Algumas variáveis apresentam dados faltantes porque foram coletadas em momentos pontuais, principalmente no que se refere ao contexto do aluno no constructo "Estímulo ao estudo" que foi investigado apenas na quinta onda. Outra situação que provoca o mesmo problema são os itens que não se repetem em questionários aplicados em todos os momentos, mais especificamente no questionário do Professor. Esses dados faltantes interferem demasiadamente nas medidas da qualidade das correlações.
- 5 Exclusão de itens com carga cruzada. Um dos aspectos que levam a esse problema são os enunciados dos itens que levam a diferentes interpretações pelo respondente, provocando uma variabilidade dos dados que, por sua vez, resulta em uma correlação interitens semelhante nos diferentes fatores do constructo. Nesses casos, o item precisa ser excluído.

A Tabela 10 traz o número de itens excluídos nos quatro arquivos.

Tabela 10 – Quantidade de itens excluídos

Arquivo	Número de itens	%
Alunos	3	14
Professores	22	15
Diretores	15	15
Escola	9	17

O Projeto Geres é uma pesquisa com dimensões muito grandes. O item anterior enfocou os problemas encontrados no momento em que se buscou reduzir o número de variáveis obtidas nos questionários de contexto. A intenção é contribuir com pesquisas futuras.

Dada a experiência construída nesta pesquisa, pioneira quando se considera sua abrangência, as próximas, que certamente serão propostas, terão condições mais adequadas. Deste trabalho, espera-se que possam ser construídos questionários de contexto mais adequados, não só na construção de itens, mas também na sua menor quantidade.

Considerando que os resultados desse trabalho poderão subsidiar outros estudos que buscarão estabelecer a relação entre essas variáveis de contexto com as proficiências, é importante ressaltar que os resultados aqui obtidos são tão somente uma representação da realidade. Essa observação deve ser levada em conta quando eles forem usados em outros estudos, pois, apesar de transmitirem a ideia de precisão, na verdade, como está explicitado na metodologia, os recursos estatísticos

são ferramentas que orientam as decisões dos pesquisadores, seja na tolerância usada diante dos diversos valores, seja na decisão conceitual aplicada na definição dos constructos.

Como se pode perceber, apesar de carregarem historicamente uma imagem de precisão e exatidão, os estudos quantitativos contêm em si próprios elementos de subjetividade e, portanto, possuem precisão e exatidão relativas. Estes espaços de subjetividade e de interpretação de limites abrem possibilidade para a introdução da visão de mundo (ideologia) do pesquisador e sua concepção de educação, às vezes de forma não consciente, que afetam a seleção e os critérios de construção das variáveis, os quais nem sempre acompanham o relatório final das pesquisas.

Considerando-se que a educação é um fenômeno complexo que está na dependência de um conjunto de fatores internos e externos, as afirmações sobre a eficácia da escola são fortemente influenciadas por decisões – na concepção e coleta dos dados –, mas também na forma como estes dados são preparados para, depois, serem inseridos em estudos relacionais. É fundamental para a pesquisa educacional que tais critérios organizativos sejam transparentes.

Referências bibliográficas

ALVES, Maria Teresa Gonzaga; SOARES, José Francisco. Medidas de nível socioeconômico em pesquisas sociais: uma aplicação aos dados de uma pesquisa educacional. *Opinião Pública*, Campinas, v. 15, n. 1, p. 1-30, jun. 2009. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/op/v15n1/a02v15n1.pdf>.

BABBIE, Earl R. *Métodos de pesquisa de Survey*. 3. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2005. 520 p.

DALBEN, Adilson; FACCENDA, Odival. *Análise descritiva dos arquivos Gerês*: relatório de pesquisa. Campinas: LOED/FE/Unicamp, jun. 2010. 156 p.

FACCENDA, Odival; DALBEN, Adilson. *Preparação de arquivos do Projeto Gerês para estudo através de Modelos Hierárquicos Lineares (HLM)*: relatório de pesquisa. Campinas: LOED/FE/Unicamp, nov. 2010. 156 p.

FRANCO, Creso. O Saeb – Sistema de Avaliação da Educação Básica: potencialidades, problemas e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 17, p. 127-133, maio/ago. 2001. Disponível em: <http://www.anped.org.br/rbe/numeros_rbe/revbrased17.htm>.

FRANCO, Creso; BROOKE, Nigel; ALVES, Fátima. Estudo longitudinal sobre qualidade e equidade no ensino fundamental brasileiro: Geres 2005. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 61, p. 625-638, out./dez. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40362008000400008&lng=en&nrm=iso&lng=pt>.

GRAY, John. Desenvolvendo métodos de valor agregado para a avaliação da escola: as experiências de três autoridades educacionais locais. In: BROOKE, N.; SOARES, J. F. (Orgs.). *Pesquisa em eficácia escolar: origens e trajetórias*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2008. 552 p.

HAIR, Joseph F. et al. *Análise multivariada de dados*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 593 p.

MANLY, Bryan F. J. *Métodos estatísticos multivariados: uma introdução*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 230 p.

MIRANDA, Eliana Cristina Martins. *O Saeb-2003 no Estado de São Paulo: um estudo multinível*. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), São Paulo, 2006.

ROBINSON, J. P.; SHARVER, P. R.; WRIGHTSMAN, L. S. Criteria for scale selection and evaluation. In: ROBINSON, J. P.; SHARVER, P. R.; WRIGHTSMAN, L. S. *Measures of personality and social psychological attitudes*. San Diego: Academic Press, 1991. 753 p.

SOARES, Tufi Machado. Utilização da Teoria de Resposta ao Item na produção de indicadores socioeconômicos. *Pesquisa Operacional*, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 83-112, jan./abr. 2005.

TABACHNICK, Barbara G.; FIDELL, Linda S. *Using multivariate statistics*. 4. ed. New York: Harper & Row, 2001. 1008 p.

WAISELFISZ, J. J. Família é responsável por até 50% do desempenho do aluno. *Gazeta do Povo*, Curitiba, PR, 14 dez. 2010.

_____. *O ensino das ciências no Brasil e o Pisa*. São Paulo: Sangari, 2009. Disponível em: <<http://cms.sangari.com/midias/2/36.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2010.

WORTHINGTON, Roger; WHITTAKER, Tiffany. Scale development research: a content analysis and recommendations for best practices. *The Counseling Psychologist*, v. 34, n. 6, p. 806-838, Nov. 2006.

Odival Faccenda, pós-doutorando na Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), é professor titular da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul (UEMS).

fac@uems.br

Adilson Dalben, doutorando na Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

adalben@uol.com.br

Luiz Carlos de Freitas, doutor em Psicologia pela Universidade de São Paulo (USP), é professor titular da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).

freitas.lc@uol.com.br

Recebido em 3 de janeiro de 2011.

Aprovado em 25 de abril de 2011.