



Construção De Um Modelo De Regressão Hierárquico Para Os Dados Do Simave-2000

Márcia Cristina Meneghin Mendonça

Colégio de Aplicação João XXIII
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF
marcia@dynamiccad.com.br

Tufi Machado Soares

Departamento de Estatística
Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF
tufi@estatistica.ufjf.br

RESUMO

Os sistemas de avaliação desenvolvidos na última década mantêm um mesmo objetivo prioritário: encontrar mecanismos para melhorar a qualidade do ensino oferecido à sociedade de forma eficaz e eficiente. Além de identificar resultados da aprendizagem dos alunos, avalia-se o conjunto do sistema educacional.

Dentro desse contexto o Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (SIMAVE) foi instituído pela Secretaria de Estado de Educação no ano de 2000. Os dados do contexto escolar mineiro que são disponibilizados pelo SIMAVE-2000 estão agrupados hierarquicamente, ou seja, os alunos estão agrupados em turmas, que se agrupam em escolas e estas, por sua vez, estão agrupadas por cidades. O presente estudo empregou modelos multinível (hierárquico) com o objetivo de identificar a relação entre o desempenho escolar, as características técnico-pedagógicas das escolas e o perfil sócio-econômico dos alunos das 4^a séries do Ensino Fundamental que fizeram o teste de Matemática do SIMAVE-2000. A investigação educacional feita através de modelos multinível tem frequentemente utilizado o nível de hierarquia aluno como unidade básica. No entanto, buscando investigar os fatores que atuam na diferenciação entre as turmas dentro das escolas foram considerados os modelos multinível com os níveis de hierarquia: turma (nível 1) e escola (nível 2). Foi encontrado explicação para uma grande proporção da variação dos escores das turmas.

Palavras-chave: Avaliação educacional, dados hierárquicos, modelo multinível.

ABSTRACT

The evaluation systems developed on the last decade keep a same main objective: to find ways to efficiently improve the quality of the education offered to the society. Besides identifying results of the pupil's learning, the educational system is also evaluated.

In this of this context the Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (SIMAVE) was instituted in 2000 year by the Secretaria de Estado de Educação. The data from Minas Gerais province published on SIMAVE-2000 are hierarchically grouped, or either, the pupils are grouped by classrooms, the classrooms are grouped by schools, and these, are grouped by cities. The present study had used multilevel models with the objective to identify the relation between the educational performance, the technic-pedagogical characteristics of the schools and the social-economic profile of the 4th. grade pupils that had made Simave-2000 mathematics test. The educational inquiry made through multilevel models has frequently used the pupil hierarchy level as basic unit. However, searching to investigate the factors that act in the classrooms differentiation in schools had been considered the multilevel models with the hierarchy levels: classroom (level 1) and school (level 2). It was found explanation for a great proportion of the variation of the scores of the classroom .

Key-words: Educational evaluation, hierarchical data, multilevel model.



1 – INTRODUÇÃO

Os problemas educacionais que existem atualmente são importantes fontes de informação para a avaliação dos sistemas de ensino. No entanto, os problemas educacionais não são recentes. Segundo RIBEIRO (1981), em linhas gerais a evolução do processo educativo foi construído pelos choques entre a tradição cultural e as novas exigências educacionais da sociedade, que procurou na escola, cada dia mais, os valores ditados pelo desenvolvimento econômico. É importante salientar que o país evoluiu historicamente de uma reforma educacional para outra. Mas é possível observar também que os problemas educacionais que foram surgindo em decorrência dos acontecimentos foram se agravando e crescendo exponencialmente. De acordo com as pesquisas educacionais mais recentes, KLEIN (1997), CASTRO (1998) e RELATÓRIO NACIONAL-PISA2000 (2001), alguns problemas do sistema educacional brasileiro, que permaneceram até os dias atuais, podem ser relacionados:

- a) Defasagem qualitativa, com predominância de ensino escolar desvinculado da prática;
- b) Discriminação acentuada favorecendo a manutenção do “status”;
- c) Grandes disparidades regionais;
- d) Insuficiência de vagas no ensino superior agravado com a universalização do ensino fundamental e médio.

Os sistemas de monitoramento da educação, segundo FIRME (1994), também passaram por processos evolutivos objetivando introduzir mudanças nos aspectos educacionais que fossem de interesse da sociedade. Atualmente o foco dessas avaliações é a escola. Para tanto, na composição dos sistemas de avaliação educacional mais recentes estão presentes os aspectos humanos, sociais, culturais, éticos e metodológicos. Nesse sentido a evolução dos instrumentos de avaliação educacional têm permitido a pais, professores, empresários e outros atores sociais verificar se as escolas estão enfrentando adequadamente os desafios das transformações econômicas e sociais.

As pesquisas educacionais mais recentes não têm mais o interesse de comparar escolas apenas em relação ao rendimento escolar de seus alunos. Atualmente os sistemas de avaliação educacional procuram identificar as escolas que têm resultados melhores considerando a diversidade de características que podem estar influenciando o desempenho escolar dos alunos. Para que isso possa ser feito os dados das pesquisas são estruturados hierarquicamente permitindo com isso investigar a influência das características de cada nível da hierarquia no desempenho escolar dos alunos e na diferenciação das escolas. FLETCHER (1998), analisou em sua pesquisa educacional os efeitos das características do ambiente escolar e do ambiente familiar no rendimento dos alunos. Para o autor, as médias dos rendimentos dos alunos por escola, sem o ajuste das diferenças na composição social do alunado, distorcem os resultados das análises. Os dados utilizados por FLETCHER (1998) foram os dados do SAEB/95 colhidos através da prova de matemática e de questionário, aplicados aos alunos de 8^a série. BARBOSA & FERNANDES (2000), utilizaram em sua pesquisa dados do SAEB-97, colhidos através de testes e questionários com o objetivo de estabelecer uma relação entre as variáveis explicativas de dois níveis (alunos e escolas) e o rendimento escolar dos alunos da 8^a série. O objetivo do estudo de SOARES *et al* (2001), foi o de conhecer o efeito das escolas de nível médio no vestibular da UFMG nos anos de 1998, 1999 e 2000 e ao mesmo tempo apresentar uma forma alternativa de avaliar os efeitos dessas escolas. O que se pode observar nas pesquisas brasileiras mais recentes é que os níveis de hierarquia mais considerados são aluno e escola. Os resultados dessas pesquisas indicam que existe sempre um grau de agrupamento presente no sistema escolar e que os alunos não estão distribuídos aleatoriamente pelas escolas e que, além disso, existem características que influenciam positivamente e outras negativamente o rendimento escolar do aluno.

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

- Seção 2: devido a existência de uma grande quantidade de variáveis nos bancos de dados fornecidos pelo SIMAVE-2000, provenientes dos questionários respondidos pelos professores e pelos alunos, na seção 2 foi produzido um estudo que conduziu à seleção de algumas das variáveis que constituíssem a "proxy" das características individuais dos alunos e características específicas das escolas.
- Seção 3: apresenta-se o modelo de regressão hierárquico quanto à sua especificação formal e as vantagens da sua aplicação a dados educacionais.



- Seção 4: nesta seção elaborou-se uma heurística para inclusão de variáveis no modelo de regressão hierárquico e em seguida o modelo foi aplicado aos dados do SIMAVE-2000.
- Seção 5: são apresentadas as conclusões extraídas da aplicação do modelo de regressão hierárquico as quais indicam que boa parte da variação no rendimento das turmas pode ser explicada.
- Seção 6: são apresentadas as referências bibliográficas.

2 – OS DADOS UTILIZADOS

A população presente estudo foi composta pelos alunos da 4^a série que participaram da Avaliação de Matemática realizada no ano de 2000 pelo Sistema Mineiro de Avaliação da Educação Pública (SIMAVE), num total de 2350 escolas, 5463 turmas e 152634 alunos. Este estudo foi planejado para servir de apoio e complementar, com informações de natureza qualitativa e quantitativa, as análises do SIMAVE-2000, visando dar subsídios para que sejam tomadas medidas destinadas a reverterem o quadro de repetência que marca as séries iniciais do ensino fundamental, em especial na disciplina matemática. Além disso um estudo longitudinal para os alunos que pertenciam à 4^a série no ano 2000 também pode ser construído utilizando-se os resultados encontrados neste estudo. A proposta do presente estudo é de identificar a relação entre o desempenho escolar, medido pelo escore obtido em prova, as características técnico-pedagógicas das escolas e o perfil sócio-econômico dos alunos das 4^a séries do Ensino Fundamental.

A disponibilidade dos dados do contexto escolar mineiro é um incentivo para avaliar o desempenho das escolas. No entanto, devido a existência de uma grande quantidade de variáveis nos bancos de dados fornecidos pelo SIMAVE-2000, provenientes dos questionários respondidos pelos professores e pelos alunos com informações sobre o perfil sócio-econômico e trajetória escolar dos alunos, atitudes em face da escola, a formação dos professores, a situação técnico-pedagógicas das escolas, além do escore dos alunos obtido no teste de matemática, foi necessário selecionar algumas dessas variáveis que constituíssem a "proxy" das características individuais dos alunos e das características específicas das escolas.

A condição sócio-econômico dos alunos, de impacto reconhecidamente importante no rendimento escolar, foi medida através de um escore construído com auxílio da Teoria da Resposta ao Item, disponível no software BILOG (BILOG Inc. 1997)^R, a partir de uma série de variáveis indicadoras da condição sócio-econômica, como por exemplo “A casa em que você mora tem quantos quartos”. Essas variáveis foram escolhidas após uma análise fatorial aplicada às variáveis representativas de posses de bens associados ao conforto doméstico. A análise fatorial tem como finalidade alcançar melhores resultados para o índice de condição sócio-econômica que em seguida foi produzido pela metodologia da Teoria da Resposta ao Item (TRI), evitando-se que os pressupostos básicos, da unidimensionalidade e independência local dos itens, admitidos para o emprego dos modelos dessa teoria fossem violados. Existem outros critérios para obtenção do índice sócio-econômico, por exemplo, através da variável “renda familiar” ou da variável “nível educacional” dos pais. Porém, geralmente, a maioria dos entrevistados – no caso presente alunos da 4^a série do ensino fundamental – desconhecem esses dados familiares. Por este motivo optou-se por utilizar os itens de conforto doméstico para obtenção do índice sócio-econômico do aluno.

Devido a uma especificidade da avaliação do SIMAVE no ano de 2000 optou-se por agregar por turma as informações provenientes do questionário do aluno, pois, num certo sentido, espera-se que a turma reflita algumas das propriedades individuais dos alunos. Desta forma, a construção de um modelo estatístico que possa explicar a proficiência média de matemática dos alunos da 4^a série utilizou, além das características técnico-pedagógicas das escolas, as respostas dos alunos como uma proporção média de uma dada característica dos alunos em cada turma. O passo seguinte foi o procedimento de extração (escolha) das variáveis dos dois questionários, do aluno e do professor, que constituíssem a "proxy" das suas respectivas características. Esse procedimento também foi auxiliado pelo uso do método de Componentes Principais – que é um método de redução de dimensionalidade disponível no software SPSS. O número de variáveis dos dois questionários passou então de 137 para 49 variáveis, as quais continuaram representando bem o universo das características dos alunos e das escolas. Portanto essas 49



variáveis foram utilizadas para construção de um modelo que explique a proficiência média de matemática das turmas.

3 – O MODELO UTILIZADO: MODELO HIERÁRQUICO.

Muitos tipos de dados de pesquisas, incluindo da área das ciências humanas, sociais e biológicas, têm estrutura hierárquica. Os sistemas escolares são um exemplo de estrutura hierárquica pois os alunos estão agrupados em turmas, as turmas agrupadas em escolas, as escolas em uma determinada localidade, etc. Além da estrutura de agrupamento presente nos dados educacionais verifica-se que os grupos em estudo podem ter características próprias e serem compostos por alunos com diferentes antecedentes sociais, frequentando salas de aula de diferentes unidades escolares que, por sua vez, estão (ou não) localizadas nas área de abrangência de diferentes projetos educativos. A fonte de informações das pesquisas educacionais são as características de uma determinada hierarquia a qual também pode ser chamada de nível de pesquisa.

O modelo multinível (GOLDSTEIN, 1995) também chamado de modelo hierárquico (BRYK & RAUDENBUSH, 1992), leva em consideração a estrutura de agrupamento dos dados. Concretamente isso se reflete na especificação do modelo multinível da seguinte forma: para o modelo de regressão clássico o intercepto e o coeficiente de inclinação são parâmetros fixos enquanto que para o modelo multinível o intercepto e o coeficiente de inclinação são considerados parâmetros aleatórios.

As análises que consideram nos seus modelos a estrutura de agrupamento dos dados têm várias vantagens: (i) obtenção de melhores estimativas para os coeficientes de regressão, pois é possível obter uma equação para cada escola, utilizando toda a informação presente na amostra de forma eficiente; (ii) o uso da informação do agrupamento dos dados possibilita formular e testar hipóteses relativas a efeitos entre os níveis; (iii) permite a partição da variabilidade da variável resposta nos diversos níveis.

Os modelos de regressão multinível tem por objetivo descrever, através de um modelo matemático, a relação entre duas ou mais variáveis explicativas e independentes x e uma variável dependente y . Para a especificação dos modelos multinível considere uma amostra aleatória de dados coletados numa estrutura com dois níveis, aluno e escola, por exemplo, de forma que os valores das variáveis independentes sejam determinadas pelas características de cada um dos níveis. Os alunos são identificados pelo índice i , e as escolas são identificadas pelo índice j . O índice j varia de 1 a J e o índice i varia de 1 a n_j , sendo J o número total de escolas na amostra e n_j o número de alunos que pertence à escola j . Os alunos são unidades de nível 1 e escolas unidades de nível 2. A variável resposta do aluno i pertencente a escola j é y_{ij} e a respectiva variável explicativa é x_{ij} . A medida do intercepto e do coeficiente de inclinação obtidos de acordo com a essa especificação eo n_{var} (aleatóriis.A)70.1s

(((Tj)TT14 1 Tf66.6957 0 TD0 Tc(045)Tj/TT14 1 Tf6.96 0 0 6.962613.8 248.4204 Tm-0.3452 Tc1ij



u_{0j} =Efeito individual da escola, que é a componente de erro aleatório do nível 2 associada ao intercepto.

Pressupõe-se ter distribuição normal com média zero e variância σ_{u0}^2 ;

u_{1j} =Efeito individual da escola, que é a componente de erro aleatório do nível 2 associada ao coeficiente de inclinação. Pressupõe-se ter distribuição normal com média zero e variância σ_{u1}^2 ;

e_{ij} =Componente de erro aleatório associado ao nível 1. Representa o resíduo da medida do rendimento do aluno não explicado pela variável explicativa. Pressupõe-se ter distribuição normal com média zero e variância σ_e^2 .

No modelo acima não foi incluída nenhuma variável explicativa do nível da escola. A inclusão da variável de nível 2, w, no modelo multinível, segundo BARBOSA & FERNANDES (2000), se dá da seguinte forma:

$$\beta_{0j} = \beta_0 + \beta_{01}w_j + u_{0j} \quad (5)$$

$$\beta_{1j} = \beta_1 + \beta_{11}w_j + u_{1j} \quad (6)$$

Substituindo (5) e (6) em (4) obtém-se:

$$y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 x_{ij} + \beta_{01}w_j + \beta_{11}w_j x_{ij} + u_{1j}x_{ij} + u_{0j} + e_{ij} \quad (7)$$

onde:

$\beta_{01}w_j$ = Impacto da variável explicativa de nível 2 no rendimento escolar,

$\beta_{11}w_j x_{ij}$ = Termo de interação entre as duas variáveis explicativas (nível 1 e nível 2) e seu coeficiente.

A equação de regressão anterior poderá incluir outras variáveis explicativas de nível 1 e também de nível 2. Sua inclusão no modelo se dará da mesma forma descrita para as inclusões feitas anteriormente. Portanto, o modelo agora além de se tornar um modelo multinível, também passa a incorporar múltiplas variáveis. A extensão do modelo multinível para outras variáveis permite obter o impacto das novas variáveis no rendimento escolar bem como obter outros termos de interação, consequentemente conseguindo uma diminuição da variância total.

Segundo GOLDSTEIN (1995) o indicador do grau de agrupamento da população em estudo é a coeficiente de intra-correlação. Para o modelo multinível especificado o que se mede é a proporção da variância do resultado dos alunos que é devida às características das escolas. Para obter o coeficiente de intra-correlação primeiramente constroi-se um modelo multinível sem variáveis explicativas. O modelo multinível sem variáveis explicativas, também chamado de modelo nulo, tem apenas três termos: β_0 , u_{0j} e e_{ij} , e isso explica porque a variância total para esse modelo é dada apenas por $\sigma_{u0}^2 + \sigma_e^2$. Dados os valores das variâncias de cada nível o coeficiente de intra-correlação é calculado pela fórmula:

$$\rho = \frac{\sigma_{u0}^2}{\sigma_e^2 + \sigma_{u0}^2} \quad (8)$$

Esse coeficiente toma valores no intervalo [0,1]. Se o valor desse coeficiente for próximo de 1 ele indica que há estrutura de agrupamento formada indicando que a modelagem mais adequada é a multinível. No entanto, se ele for próximo de zero não existe estrutura de agrupamento significativa, porém, segundo BARBOSA & FERNANDES (2000) a modelagem multinível pode ser usada sem prejuízo.

4 – A APLICAÇÃO DO MODELO MULTINÍVEL AOS DADOS DO SIMAVE-2000.

As pesquisas educacionais mais recentes procuram estruturar seus dados hierarquicamente para que seja possível investigar a influência das características de cada nível da hierarquia no desempenho escolar dos alunos e na diferenciação das escolas. No entanto, não existem referências na literatura brasileira sobre pesquisas que tenham utilizado as características da turma como nível básico de



hierarquia. Nesse sentido, uma investigação a nível de turma poderia ajudar a esclarecer se existe variabilidade no desempenho médio das turmas e, nesse caso, quais as características próprias desse nível de hierarquia estariam influenciando o desempenho delas mesmas e contribuindo para a diferenciação também das escolas.

Considerando o objetivo exposto e a natureza hierárquica dos dados educacionais do SIMAVE-2000, optou-se por utilizar um modelo de análise multinível com os níveis: turma (nível 1) e escola (nível 2). O modelo aqui adotado difere da maioria daqueles estudos que utilizaram modelos multinível, já que apresenta como unidade básica de análise a turma e não o aluno. Nesse sentido a contribuição do presente estudo é poder investigar: (i) a existência de variabilidade de desempenho entre as turmas; (ii) o quanto dessa variabilidade, ainda assim, pode ser atribuída a características das escolas; (iii) se existe aleatoriedade de distribuição das turmas pelas escolas; (iv) quais os fatores, ou variáveis, têm impacto no rendimento das turmas e escolas; (v) qual o valor desse impacto no rendimento das turmas e escolas; (vi) e o comportamento, enquanto modelo de nível turma e escola, das variáveis de impacto no rendimento escolar comprovados pelas demais pesquisas.

As estimativas obtidas para todos os modelos multinível aplicados aos dados do SIMAVE-2000 apresentados foram feitas através do método IGLS e do software MIwin (Rasbash et al. 1998) que é específico para a análise de modelos multinível. O nível de significância adotado foi de 5%.

O primeiro procedimento de análise do modelo multinível utilizado foi calcular o valor das variâncias de cada nível de hierarquia através da construção do modelo nulo. Em seguida, o coeficiente de intra-correlação encontrado foi de 17%. O resultado encontrado indica que 17% da variabilidade é devida a reais diferenças entre escolas e o restante da variabilidade, 83%, é devida a reais diferenças entre as turmas.

O processo de inclusão de variáveis no modelo multinível é uma etapa importante deste estudo. A primeira consideração a ser feita sobre isso é que a variância a ser explicada pelo modelo multinível tem um valor finito. No entanto, devido à grande quantidade de variáveis que poderiam ser incluídas no modelo, que neste caso são 49 variáveis, e buscando um modelo que pudesse fazer predições, uma heurística específica para a inclusão de variáveis no modelo multinível foi elaborada. O primeiro critério utilizado para inclusão ou não destas variáveis no modelo nulo é o da significância dos coeficientes (parâmetros fixos e parâmetros aleatórios) para cada modelo individual das 49 variáveis com a intenção de verificar sua importância, ou não, na explicação do escore médio de matemática da turma. Em um segundo momento, depois de escolhidas as variáveis cujos coeficientes sejam significantes, o segundo critério adotado para priorizar a inclusão de variáveis no modelo nulo, encontrado em HOX(2001), é o critério da *deviance*. A estatística *deviance* é uma medida do ajuste do modelo aos dados. Utiliza-se a *deviance* para comparar um modelo mais simples com um modelo mais geral. Normalmente, os modelos com a *deviance* mais baixa são melhores. O terceiro critério de inclusão ou não de variáveis no modelo é o critério AIC (AKAIKE, 1974) *apud* HOX(2001). Este critério é utilizado para comparar modelos com parâmetros diferentes e é calculado através do valor da *deviance* e mais uma pontuação do número de parâmetros estimados. Segundo HOX(2001), este critério é utilizado para proporcionalmente comparar uma quantidade maior de modelos, e os modelos com AIC mais baixos também são melhores. O critério AIC é dado por:

$$AIC = d + 2q \quad (10)$$

onde,

d = *deviance*

q = número de parâmetros estimados.

A vantagem do AIC em relação ao teste do X^2 para a diferença de *deviance*, é que no critério AIC não é necessário estipular um nível de significância que é sempre um critério subjetivo.

Essa heurística utilizada visa a construção de um melhor modelo multinível. Essa construção está descrita na tabela 1 seguinte:



TABELA 1
CONSTRUÇÃO DOS MODELOS MULTINÍVEL SEGUNDO A HEURÍSTICA ELABORADA.

PARÂM.	ESTIMATIVAS (erro padrão)									
	1° modelo	2° modelo	3° modelo	4° modelo	5° modelo	6° modelo	7° modelo	8° modelo	9° modelo	10° modelo
FIXOS										
Intercepto	191.209 (0.901)	233.380 (1.914)	237.901 (1.667)	237.695 (1.595)	239.857 (1.578)	204.979 (3.104)				



O 10^o modelo multinível é o modelo final construído para explicar a variação de desempenho entre as escolas e entre turmas. Devido à necessidade de se analisar a relação existente entre variáveis, uma vez que uma variável pode ceder espaço para acomodar as medidas de outra variável, e também devido à especificação do modelo multinível, foram analisadas a interação existente entre as variáveis do último modelo. No entanto, todas as interações feitas apresentaram algum coeficiente não significativo confirmando que o último modelo multinível é o melhor modelo multinível de acordo com a heurística elaborada.

Uma análise dos resíduos do 10^o modelo multinível confirmaram as suposições de Normalidade para os resíduos desse modelo. No entanto, essa análise mostra que algumas escolas têm características não explicadas pelo modelo que impactam positivamente ou negativamente o intercepto. Da mesma forma a análise de resíduos para a variável “sexo masculino”, por exemplo, identificou que existem características nessa variável que são significativamente diferentes de zero e que fazem com que ela atue positivamente no escore médio de matemática das turmas e outras características que fazem com que ela atue negativamente no escore médio de matemática das turmas. Na análise dos resíduos também é importante checar a suposição de homocedasticidade dos resíduos que é a suposição de que eles são independentes e têm variâncias constantes. Nesse caso a análise feita não indicou a violação dessa suposição.

Uma forma de analisar a qualidade dos modelos, é a estatística R^2 a qual informa a porcentagem de explicação do modelo. O poder explicativo desse modelo é limitado, o que pode ser constatado principalmente com o elevado valor da componente de variância do nível 2. Uma correção para o total de proporção de variância explicada pelo modelo multinível é proposta por HOX (2001) e dessa forma a explicação do modelo (para variância de nível 1 e nível 2) foi de 30%. No entanto, o valor da variância explicada para o nível 1 mostra um valor de R^2 de 56%.

5 – CONCLUSÕES

Estudos, como o aqui descrito, buscam obter conhecimento para subsidiar as soluções para problemas que são constante preocupação de todos aqueles que estão envolvidos com a escola. A utilização da turma como unidade de nível 1 mostrou que existe uma porcentagem da variação total do desempenho que é devido a diferenças entre as turmas e outra porcentagem da variação total que é devido a diferenças entre as escolas. No entanto, existe uma diferença substancial entre esses resultados e os resultados dos estudos que se faz normalmente em que os níveis considerados são alunos e escolas. Aqui, temos uma variância de nível de escola um pouco menor (17%); e isto provavelmente se deve ao fato de a turma absorver maior parte da variação que nos modelos habituais (isto é, os que consideram variáveis a nível do aluno e escola) é devida a escola. Um outro ponto que difere os resultados desse estudo das demais pesquisas educacionais é o que se refere ao comportamento das variáveis no modelo final. Algumas variáveis que, por quase consenso dos pesquisadores, influenciam fortemente no rendimento escolar dos alunos não fizeram parte desse melhor modelo multinível resultante do presente estudo. Como exemplos identifica-se o “escore sócio-econômico” e o “nível escolar dos pais”. No entanto, a permanência de outras variáveis no modelo multinível, tais como, “defasagem escolar”, “número de anos de abandono escolar”, “raça negra”, entre outras que se incluem nas demais pesquisas, sinalizam que existe também uma grande seletividade no sistema escolar mineiro condicionando o desempenho das turmas. A permanência das variáveis “fez aperfeiçoamento”, “frequência do aluno a cultos religiosos”, “tipo de avaliação aplicada aos alunos” e “frequência de insuficiência de professores” no 10^o modelo multinível também é um ponto que difere esse estudo das demais pesquisas.

Das variáveis do 10^o modelo a de maior impacto no escore médio de matemática da turma, que neste caso foi um impacto negativo, foi “raça negra” o que vem reforçar o quanto seletivo é o sistema educacional mineiro. Devido a associação existente entre a cor de uma população e os fatores sócio-econômicos as análises relativas a raça devem ser cuidadosamente analisadas. No entanto, essa análise é primordial no sentido de diagnosticar possíveis diferenciações de raça que possam estar ocorrendo no sistema de ensino. Os resultados obtidos através do modelo multinível indicaram que as turmas que têm grande quantidade de alunos negros têm rendimento pior que as turmas que não tem alunos negros. A



discriminação de alguns para privilegiar uns outros tem sido uma prática adotada desde a época do Brasil colônia e, nesse sentido, deve merecer a elaboração de estratégias que exterminem essa diferenciação.

Outra palavra que ecoa ao final esse estudo é a "equidade educacional" pois as escolas aqui analisadas produzem resultados diferenciados em turmas que têm características diferenciadas. O que se desejava saber é como a escola lida com as características próprias das turmas, ou seja, se a escola é equitativa ou não. A variância de σ^2_{ui} significativa, como encontrado para as variáveis "sexo masculino", "defasagem" e "número de anos de abandono escolar", indicou que as escolas têm um tratamento diferencial das turmas, o que tem sido determinado de acordo com a característica de composição das mesmas.

Os resultados do modelo multinível apontam alguns indicadores que podem contribuir para melhorar qualidade em educação para os dados do SIMAVE-2000, em relação a população utilizada para este estudo. Para as escolas públicas mineiras, até no ano de 2000, por exemplo, apenas 38.8% de professores que participaram do SIMAVE naquele ano já tinham feito, ou faziam, o curso de aperfeiçoamento. Os resultados obtidos através do modelo multinível mostram que ter feito o curso de aperfeiçoamento é um bom indicador da qualidade do ensino. Nesse sentido, como 63.2% dos professores mineiros ainda não fizeram esse curso, um bom investimento em educação seria o de incentivar o acesso desses professores aos cursos de aperfeiçoamento.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, M EUGÊNIA N. F. D S.; FERNANDES, CRISTIANO. **Modelo multinível: uma aplicação a dados de avaliação educacional**. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.puc-rio.br>. Acesso em: dez 2000.

BRYK, S ANTHONY; RAUDENBUSH, W STEPHEN. **Hierarchical Linear Models**. Newbury Park: Sage Publications Inc., 1992.

CASTRO, MARIA HELENA G. DE. Avaliação do Sistema Educacional Brasileiro, Tendências e Perspectivas. **Avaliação de Políticas Públicas Educacionais**. Rio de Janeiro: Ensaio, v. 6, n. 20, 1998, p. 303-364.

FLETCHER, PHILIP R. **À Procura do Ensino Eficaz**. Ministério da Educação e Cultura, Departamento da Avaliação da Educação Básica. Rio de Janeiro, RJ, 1998.

FIRME, T. PENNA. Avaliação: Tendências e Tendenciosidades. **Avaliação e Políticas Públicas em Educação**. Rio de Janeiro: Ensaio, v.1,n.2, jan./mar. 1994, p.5-12.

GOLDSTEIN, HARVEY. **Multilevel Statistical Models**. New York: John Wiley & Sons, 2ª edição,1995.

HOX, JOOP. Multilevel Analysis of regression and Structural equation models. In: JOOP HOX. **Hierarchical models of Survey Data**. 54th Summer Institute. Michigan, 2001.

KLEIN, RUBEN. Indicadores educacionais: disparidades regionais e sócio-econômicas no Brasil. In: BOMENY, HELENA. **Avaliação e determinação de padrões na educação Latino-Americana. Realidades e desafios**. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 1997.

RELATÓRIO NACIONAL – PISA 2000. OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Brasília: Disponível em: <http://www.pisa.ocde.org/NatReports/PISA2000/Brazilnatrep.pdf>. Acesso em jan 2001.

RIBEIRO, MARIA LUÍSA S. **História da Educação Brasileira: A organização Escolar**. São Paulo: Moraes, 3ª edição,1981.



SOARES, JOSÉ FRANCISCO *et al* . O efeito de 248 escolas de nível médio no vestibular da UFMG nos anos de 1998, 1999 e 2000. **Estudos em Avaliação Educacional**. São Paulo: Fundação Carlos Chagas, n. 24, jul./dez., 2001.