

# **Análise dos Instrumentos de Matemática em uma Avaliação das Escolas Estaduais de Minas Gerais**

Maria Cristina Costa Ferreira<sup>\*</sup>

Maria Laura Magalhães Gomes<sup>\*\*</sup>

## **Introdução**

Esta comunicação aborda alguns resultados da análise dos instrumentos de Matemática utilizados na avaliação de 180 mil alunos do segundo ciclo do Ensino Fundamental das escolas estaduais mineiras em 1998. A aplicação de tais instrumentos foi parte da “Avaliação Diagnóstica-Sistêmica do 1º e 2º Ciclos de Formação Básica do Ensino Fundamental”, promovida pela Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais – SEE-MG. A análise das provas de Matemática integra a pesquisa “Efetividade das Escolas do Sistema Educacional de Ensino”, sob a responsabilidade do GAME – Grupo de Avaliação e Medidas Educacionais da UFMG, coordenado pelo professor José Francisco Soares, com o financiamento da Fundação Ford.

Os instrumentos de Matemática da Avaliação foram provas com 20 questões de múltipla escolha, aplicadas a cada aluno; houve quatro tipos de prova para o primeiro ciclo e quatro para o segundo ciclo. O material que estudamos constituiu-se, assim, de 160 questões de múltipla escolha elaboradas pela Diretoria da Avaliação do Ensino da SEE-MG juntamente com um relatório de desempenho dos estudantes em cada questão ao qual se conferiu tratamento estatístico pela TRI – Teoria de Resposta ao Item.<sup>1</sup>

Focalizamos aqui alguns aspectos relacionados ao estudo que fizemos das 80 questões de múltipla escolha relativas ao segundo ciclo. A metodologia de análise de cada item envolveu as categorias "Aspectos relacionados ao

---

<sup>\*</sup> Mestre em Matemática pela UFMG e Professora do Departamento de Matemática da UFMG.

<sup>\*\*</sup> Mestre em Matemática pela UFMG, Doutoranda em Educação Matemática pela UNICAMP e Professora do Departamento de Matemática da UFMG.

<sup>1</sup> A realização desse tratamento coube à equipe de Estatística do GAME.

conteúdo/habilidade" e "Aspectos relacionados à formulação da questão". Neste trabalho concentramos nossa atenção sobre aspectos mais gerais da análise; um estudo mais detalhado de cada uma das questões pode ser encontrado em FERREIRA & GOMES, 2000.

### **Contexto da Avaliação e Aspectos Gerais da Análise das Questões**

Em Minas Gerais, a proposta curricular de Matemática para o Ensino Fundamental que se encontra em vigor data de 1994. A partir de 1997, a Secretaria de Estado da Educação promoveu programas de capacitação de professores e reforma curricular que buscavam sintonizar-se com a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996) e com o documento "Parâmetros Curriculares Nacionais" elaborado pelo Ministério da Educação e do Desporto - MEC (MINAS GERAIS, 1997; MINAS GERAIS, 1998).

Quando se realizou a Avaliação Diagnóstica/ Sistêmica do 1º e do 2º ciclos de Formação Básica do Ensino Fundamental coexistiam, portanto, no estado de Minas Gerais, uma proposta em vigor e um programa de mudança.

Tendo em vista esse quadro, optamos por utilizar como referência para a análise dos instrumentos de avaliação os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN. Levamos em conta ainda que a elaboração dos PCN procurou incorporar as propostas mais atuais da Educação Matemática para esse nível de ensino, ao mesmo tempo que considerou as propostas curriculares já existentes em diversos estados e municípios brasileiros.

Em relação ao conteúdo das questões aplicadas aos alunos do segundo ciclo, observamos uma ênfase maior nos tópicos da Aritmética e da Álgebra (números, cálculo algébrico, funções e matemática comercial e financeira), que estiveram presentes em 70% dos itens. A Geometria e o Tratamento da Informação tiveram presença menor, ocupando, respectivamente, 20% e 10% dos 80 itens.

Apesar de as questões do segundo ciclo terem mostrado mais sintonia com os Parâmetros do que as do primeiro ciclo, devemos registrar que elas se afastam

deles pelo fato de poucos itens estabelecerem vínculos entre Aritmética, Álgebra e Geometria, bem como entre os temas matemáticos e os conhecimentos de outras áreas ou do cotidiano.

As questões apresentaram poucas falhas/descuidos conceituais ou de linguagem, e houve equilíbrio entre o número das que envolviam essencialmente cálculos e manipulações e as que requeriam leitura atenta, interpretação e domínio de conceitos.

### **Aspectos referentes ao conteúdo matemático das questões**

As questões que focalizaram os Números apresentaram certa ênfase na dimensão formal desse tema ao solicitar o cálculo de expressões numéricas com naturais e inteiros. As expressões numéricas são, a nosso ver, um tema bastante técnico, ligado à construção da linguagem matemática, que consideramos apenas parcialmente relevante no quadro da Matemática do Ensino Fundamental. Quando as expressões se apresentam, como na avaliação que analisamos, de forma desligada de um contexto, o único aspecto da linguagem matemática a se sobressair é o sintático, para o domínio do qual é essencial a memorização das convenções que são estabelecidas quanto à ordem das operações e ao uso dos sinais de associação. Nesse sentido, tais questões revelam pouca sintonia com as atuais propostas da Educação Matemática, que vêm conferindo maior relevo à construção de idéias do que à dimensão puramente formal da Matemática. Levando em consideração o que acabamos de dizer, é preciso destacar, contudo, que tendo sido feita a opção de avaliar os alunos quanto ao domínio das convenções relacionadas às expressões numéricas, as questões, de modo geral, foram adequadas por serem simples e curtas.

Quanto aos racionais, os itens solicitaram dos alunos o conceito de fração, o conhecimento de frações equivalentes, o uso da fração como operador e a ordenação de números na reta numérica.

No que diz respeito ao Cálculo Algébrico e às Funções, os itens que envolveram produtos notáveis, fatoração, equações e inequações de 1º e 2º

graus, sistemas de equações e gráficos caracterizaram-se por ressaltar as manipulações e pela descontextualização tanto em relação aos tópicos da Matemática quanto às outras áreas do conhecimento escolar e não escolar. Devemos acrescentar, quanto às questões propostas, a constatação de que nenhuma delas solicita um elemento característico do pensamento algébrico – a percepção de regularidades; isso poderia ter sido feito pela apresentação de padrões numéricos ou geométricos que deveriam ser identificados e expressos por meio da linguagem algébrica pelos alunos. Observamos também que o que foi exigido sobre funções não evidencia os aspectos mais importantes desse conteúdo no nível fundamental – as noções de dependência, variação, crescimento e decrescimento.

As questões que abordaram tópicos da Matemática Comercial e Financeira (razão, proporcionalidade, porcentagem e juros) focalizaram, de modo geral, a problematização de situações relevantes e familiares aos estudantes, mostrando adequação às tendências mais atuais da Educação Matemática, que conferem ênfase à formação do cidadão. No entanto, os itens que envolveram o cálculo de juros foram menos interessantes, sob o ponto de vista de que requereram dos alunos a simples aplicação de fórmulas que lhes foram fornecidas e a efetuação correta de cálculos.

Podemos destacar a Geometria como o assunto no qual os itens apresentaram mais problemas quanto à formulação, já que os enunciados se mostraram muitas vezes imprecisos ou incompletos. Os temas focalizados foram: retas paralelas e perpendiculares, classificação de ângulos, cálculo da área de um quadrilátero, cálculo do perímetro de um triângulo, cálculo do comprimento de uma circunferência, cálculo do volume de um paralelepípedo, aplicações do teorema de Pitágoras e classificação de triângulos quanto a lados e ângulos. As questões, de modo geral, enfatizaram os conhecimentos de nomenclatura e classificação de figuras planas. Consideramos ainda que o cálculo de áreas e perímetros foi abordado de maneira “pobre”, pois as questões solicitaram apenas a aplicação imediata de fórmulas.

Devemos comentar, por fim, os instrumentos de Matemática da avaliação que analisamos em relação ao Tratamento da Informação. Nesse tema, cabe registrar a presença de questões relevantes, com poucos enganos de formulação; nelas, o que se buscou avaliar foram os conhecimentos sobre interpretação de tabelas (dados socioeconômicos) e gráficos (situações práticas: comércio, consumo de energia elétrica, evolução da temperatura de um paciente).

### **Algumas relações entre os conteúdos e o desempenho dos alunos**

Antes de abordar o desempenho dos alunos quanto aos diversos conteúdos da prova, é importante mencionar um dado numérico: das 80 questões que abordamos, apenas 16 tiveram índice de acerto igual ou superior a 60%, enquanto 15 registraram índice de acerto inferior a 30%.

Ao concentrarmos nossa atenção sobre cada um dos blocos de conteúdos nos quais classificamos as questões, a saber, Números, Cálculo Algébrico e Funções, Matemática Comercial e Financeira, Geometria e Tratamento da Informação, foi-nos possível identificar algumas características específicas.

Assim, por exemplo, em relação aos Números, evidenciou-se a dificuldade na construção dos conceitos ligados aos racionais, tendo os maiores problemas se manifestado nos itens relativos ao uso da fração como operador e à ordenação dos racionais na reta numérica. Essas questões tiveram índices de acerto variando entre 27% e 54%. Tais baixos índices refletem dificuldades já bem conhecidas acerca da aprendizagem dos números racionais, dificuldades essas, aliás, comprovadas em pesquisas realizadas em vários países (THE CSMS MATHEMATICS TEAM, 1981; FERREIRA, MOREIRA & SOARES, 1999 e POST, T. R., 1981), com estudantes de faixa etária correspondente à do fim do Ensino Fundamental.

Quanto ao Cálculo Algébrico e às Funções, observamos também aí a ocorrência de índices de acerto pequenos (20% a 48%), o que não parece surpreendente tendo em vista os resultados dos testes do SAEB – Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica – os itens relativos à Álgebra

raramente atingiram o índice de 40% de acerto em muitas regiões brasileiras (BRASIL, 1997).

As questões desse bloco mostraram que os alunos não dominam o significado de expressões como  $(x+1)^2$  ou  $(x+1)(x-1)$ , o que sugere que os tópicos algébricos vêm sendo trabalhados de forma mecânica na prática do ensino da Escola Fundamental.

O exame das questões de Matemática Comercial e Financeira mostrou que as questões contextualizadas sobre porcentagem também tiveram índices de acerto baixos: 24% a 34%. Nesse caso, a situação nos parece mais preocupante, tendo em vista que nenhum desses itens apresentou problemas quanto à formulação e levando em conta a sua relevância do ponto de vista da vida social. Por outro lado, nas questões sobre juros, que exigiram apenas aplicar fórmulas dadas e fazer os cálculos correspondentes, o desempenho foi um pouco melhor: 24% a 51% de acerto.

Quanto à Geometria, os índices de acerto variaram enormemente - de 14% a 76%, tendo os melhores resultados se verificado nas questões relacionadas ao cálculo imediato de áreas e perímetros. Observamos ainda que os itens ligados a um resultado que em geral é muito trabalhado no Ensino Fundamental – o teorema de Pitágoras – tiveram também baixo índice de acerto: cerca de 30%. A Geometria registrou ainda o menor índice de acerto entre todas as 80 questões aplicadas aos alunos do segundo ciclo. Esse índice (14%) ocorreu em uma questão referente ao cálculo do volume de um paralelepípedo que, diferentemente de outras na mesma avaliação, não depende da aplicação de uma fórmula, mas da compreensão do significado do conceito de volume.

Finalmente, as questões relativas ao Tratamento da Informação tiveram a interpretação de seus resultados prejudicada por problemas técnicos de formulação em dois itens, que continham alternativas parcialmente verdadeiras que atraíram os alunos. De qualquer modo, foi possível notar que os estudantes tiveram melhor desempenho na interpretação de tabelas (o menor índice de acerto nessas questões foi de 54%) do que na de gráficos (houve variação de 39% a 49% nos índices de acerto dessas questões).

## **Considerações finais**

Nestas considerações, cabe-nos levantar dois aspectos referentes aos instrumentos de avaliação constituídos de itens de múltipla escolha, que são, sem dúvida, vantajosos quando se deseja conhecer o desempenho de um número muito grande de estudantes, como acontece em avaliações externas.

O primeiro aspecto a ser considerado é a repercussão dos resultados dessas avaliações, em geral amplamente divulgados pela mídia. Os professores, diretamente envolvidos no processo de ensino e aprendizagem, muitas vezes se sentem responsáveis por resultados negativos de seus alunos, mas dificilmente têm acesso a discussões que lhes permitam compreender as relações entre esses resultados e a sua prática. Na verdade, as avaliações externas vêm sendo discutidas quanto ao seu papel de controle sobre essa prática e sobre os currículos (GAME, 1998).

O segundo aspecto diz respeito às deficiências de aprendizagem de fato reveladas nas provas que analisamos. Entretanto, não podemos deixar de levar em conta que, muitas vezes, a simples verificação do desempenho dos alunos pela marcação da alternativa correta não permite identificar níveis de conhecimento diferenciados entre eles. Devemos também conferir importância ao fato de, em geral, os alunos do Ensino Fundamental não terem familiaridade com os itens de múltipla escolha que, corretamente, como pensamos, não fazem parte das avaliações normalmente utilizadas no cotidiano escolar. Acreditamos que isso tem reflexos fortes em qualquer avaliação desse tipo que seja utilizada para alunos de tal faixa etária e não somente na pesquisa que realizamos neste trabalho.

Além das considerações relativas à utilização de itens de múltipla escolha, queremos assinalar a grande diferença entre os resultados apresentados pelos alunos do primeiro e do segundo ciclos do Ensino Fundamental, apesar de este trabalho ter seu foco nas questões de Matemática utilizadas na avaliação dos estudantes do segundo ciclo na pesquisa aqui comentada.

As provas dirigidas ao primeiro ciclo apresentam maiores problemas quanto à formulação dos itens e à correção conceitual, incluindo um número menor de itens interessantes e bem elaborados do que as do segundo ciclo. Estas últimas, ainda que contendo algumas falhas quanto à formulação, em geral apresentam itens mais criativos e mais de acordo com as tendências atuais do ensino de Matemática.

No entanto, os resultados da avaliação mostram um desempenho muito superior dos alunos do primeiro ciclo em relação aos do segundo. Observamos que enquanto 33 questões do primeiro ciclo obtiveram índice de acerto maior que ou igual a 60%, apenas 16 do segundo ciclo apresentam o mesmo resultado. Por outro lado, em somente 5 questões do primeiro ciclo, o índice de acerto foi inferior a 30%, enquanto que no segundo ciclo esse fato verificou-se para 15 questões.

Esses resultados repetem, de certo modo, os apresentados na avaliação do SAEB - Sistema Nacional de Avaliação Escolar da Educação Básica - em 1995:

*"Nas provas de Matemática, aplicadas em 1995, abrangendo alunos de quartas e oitavas séries do ensino fundamental, os percentuais de acerto por série/grau e por capacidades cognitivas, além de continuarem diminuindo à medida que aumentavam os anos de escolaridade, indicavam também que as maiores dificuldades encontravam-se nas questões relativas à aplicação de conceitos e à resolução de problemas".(BRASIL,1998, p.8)*

Assim, mesmo considerando que alguns problemas na formulação das questões possam ter prejudicado a interpretação dos resultados da avaliação em relação ao domínio das habilidades pelos alunos, o que a análise do instrumento e do desempenho dos estudantes parece sugerir é que na prática do ensino de Matemática nas escolas estaduais mineiras ainda estão fortemente presentes algumas características tais como a mecanização do trabalho com problemas, a ênfase na aplicação de fórmulas, a apresentação dos conteúdos de maneira descontextualizada e fragmentada e o pouco investimento quanto ao significado dos conceitos.

Apesar de esses aspectos se manifestarem mais acentuadamente quando consideramos os resultados do segundo ciclo, devemos comentar a qualidade



inferior do instrumento aplicado ao primeiro ciclo no que se refere à escolha dos conteúdos, à ausência de itens ligados ao Tratamento da Informação, à inadequação conceitual particularmente nas questões de Geometria, à falta de articulação entre os conteúdos, à baixa frequência de questões contextualizadas, etc. Nesse sentido, mesmo tendo o resultado desse ciclo sido melhor do que o do outro, não podemos afirmar que o ensino de Matemática tenha maior qualidade ao final das séries iniciais ao que ao término do ensino fundamental. O que a análise dos instrumentos de Matemática dessa Avaliação nos mostra é que continuam prementes as necessidades de investimento na melhoria das condições de ensino na escola fundamental.

### **Referências Bibliográficas**

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática*. Brasília: MEC/SEF, 1997

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

FERREIRA, M.C.C. ;MOREIRA,P.C.& SOARES, E. F. *Frações: o que os erros dos alunos podem ensinar aos professores*. Presença Pedagógica, v.5, n.29, set/out 1999, pp. 33-47.

FERREIRA, M. C. & GOMES, M. L. M. *Relatório de Pesquisa: Análise do Instrumento de Matemática da Avaliação Diagnóstica-Sistêmica do 1º e 2º Ciclos de Formação Básica do Ensino Fundamental da Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais*. Publicações do Departamento de Matemática, Série Educação Matemática, n. 4. Belo Horizonte: Departamento de Matemática, Instituto de Ciências Exatas-UFMG, 2000.

GAME - *Avaliação do Programa de Avaliação do Sistema de Ensino da Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais*. Relatório de Pesquisa. Belo Horizonte: UFMG/SEE-MG/Fundação Ford, 1998.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. *Guia Curricular de Matemática: ciclo básico de alfabetização, ensino fundamental*, v. 1. Belo Horizonte: SEE-MG, 1997.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. Subsecretaria de Desenvolvimento Educacional. *Programa Piloto do Ensino Fundamental Inovação Curricular e Capacitação de Professores do Segundo Ciclo do Ensino Fundamental. Programa de Matemática para o Segundo Ciclo do Ensino Fundamental da Rede Estadual de Ensino do Estado de Minas Gerais. Versão Preliminar*. Belo Horizonte: SEE-MG, 1998.

POST, T. R. *Fractions: Results and Implications from National Assessment*. Arithmetic Teacher, 1981, p.26-31.

THE CSMS MATHEMATICS TEAM. *Children's understanding of Mathematics: 1-16*. John Murray Publishers . G. B., 1981.