

# **Avaliação do Rendimento em Matemática nas Escolas do Paraná: estudo descritivo da prova da 4<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> séries do ensino fundamental**

REGINA LUZIA CORIO DE BURIASCO  
Universidade Estadual de Londrina - UEL  
reginaburiasco@hasner.com.br

MARIA TEREZA CARNEIRO SOARES  
Universidade Federal do Paraná - UFPR  
marite@brturbo.com.br

## **Resumo**

Este artigo apresenta um estudo descritivo dos resultados na prova de Matemática da 4<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> séries do Ensino Fundamental, aplicada em novembro de 2002, como parte da Avaliação do Rendimento Escolar do Paraná. Para isso, é apresentada a análise descritiva das respostas dos alunos obtidas nas provas, na qual se busca evidenciar o que eles mostraram saber, tendo como base a matriz de referência da prova e, também, apresentar algumas indicações possíveis para a sala de aula.

**Palavras-chave:** educação matemática, ensino de Matemática, avaliação educacional, rendimento escolar em Matemática.

## **Resumen**

Este artículo presenta un estudio descriptivo de los resultados en la prueba de matemática de 4<sup>o</sup> y 8<sup>o</sup> grado de la Enseñanza Fundamental, aplicada en noviembre de 2002, como parte de la Evaluación del rendimiento escolar en Paraná. Para esto, se presenta un análisis de las respuestas dadas por los alumnos en las pruebas, en el que se intenta evidenciar lo que ellos realmente sabían, teniendo como base la matriz de referencia de la prueba. Se presentan también algunas indicaciones posibles para el aula.

**Palabras-clave:** educación matemática, enseñanza de matemática, evaluación educativa, rendimiento escolar en matemática.

## **Abstract**

This article presents a descriptive study of the results of the Mathematics Tests from the Fourth and Eighth Grades given in November 2002, as part of the Learning Assessment Program in the state of Paraná. A descriptive analysis is made of the answers given by the students in the tests. The analysis seeks to provide evidence about student's knowledge based on a reference matrix and also provides some possible recommendations for the classroom.

**Key words:** Mathematics education, Mathematics teaching, educational assessment, Mathematics learning at school.

## INTRODUÇÃO

A avaliação do rendimento escolar no Ensino Fundamental e no Ensino Médio das escolas públicas estaduais do Paraná (AVA), por série e por disciplina, abrangendo o universo escolar de forma oficial na rede pública estadual e optativa para as redes municipal e particular de ensino, foi iniciada em outubro de 1995 com uma primeira aferição em Português e Matemática na população da 4ª série do Ensino Fundamental.

Inspirada nos moldes das polêmicas avaliações de larga escala, iniciadas na última década do século XX e conduzidas por órgãos diretivos do sistema educacional brasileiro na esfera federal, a AVA é implantada sob a égide da melhoria da qualidade da educação, mantendo na esfera estadual os seguintes objetivos:

- desenvolver um sistema de avaliação de rendimento escolar dos alunos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio do Estado do Paraná, para subsidiar a Secretaria de Estado da Educação na tomada de decisões quanto à política educacional a ser seguida;
- fornecer às equipes técnico-pedagógicas das escolas sob jurisdição da Secretaria de Estado da Educação subsídios para que disponham de condições de articular os resultados da avaliação, com o planejamento escolar, a capacitação de professores e o estabelecimento de metas para cada escola;
- conhecer o desempenho das escolas da Rede de Ensino do Estado do Paraná, no âmbito de sua organização, gestão e articulação com a comunidade. (Paraná, 1995)

A análise estatística do comportamento dos itens, anteriormente realizada pela teoria clássica, passou a ser realizada, a partir de 1998, mediante a Teoria de Resposta ao Item - TRI (Hambleton, Swaminathan, 1985; Hambleton, 1993; Baker, 2001).

Neste artigo, apresentaremos os resultados da prova de Matemática da 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental, aplicada em novembro de 2002, como parte da sexta aferição que envolveu os alunos da 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio, sendo portanto suas respostas submetidas a análise estatística da TRI.

As questões que compuseram as provas da AVA, foram classificadas mediante dois critérios:

- **freqüência em sala de aula**
  - *rotineiras* — muito freqüentes na sala de aula e no livro didático;
  - *intermediárias* — freqüência média na sala de aula e no livro didático;
  - *não-rotineiras* — muito pouco ou quase nunca presentes na sala de aula ou no livro didático.
  
- **complexidade cognitiva** (baseada na taxionomia<sup>1</sup> de Gras (1977)<sup>2</sup> e na classificação de problemas de Butts (1997)<sup>3</sup>)
  - *reconhecimento de noções e idéias* – demanda apenas que o aluno reconheça ou relembre um fato, uma definição, etc.;
  - *compreensão de procedimentos e algoritmos*<sup>4</sup> – pode ser resolvida com o uso de um algoritmo ou procedimento passo-a-passo, sem a necessidade de se estabelecer relações ou se aperceber de suas implicações;
  - *aplicação de conhecimento na resolução de problemas* – demanda mudança da linguagem alfabética para uma linguagem matemática simbólica com uso de algoritmos ou regras específicas.

---

<sup>1</sup> As taxionomias de objetivos são sistemas de classificação supostamente hierarquizadas. A primeira taxionomia de objetivos reconhecida em praticamente todos os países foi seguramente a de Bloom (1956). A intenção era de se dar um método de classificação dos exercícios escolares, válido para todas as disciplinas, que desse conta de uma *complexidade cognitiva* crescente das tarefas correspondentes. Complexidade aqui entendida não como dificuldade. A dificuldade de uma questão é essencialmente relativa às pessoas que a resolvem, noção de complexidade procura expressar um caráter que seja atribuído à questão em si, quer dizer, é uma característica intrínseca à própria questão.

<sup>2</sup> A taxionomia de Gras (1977) é estabelecida especialmente para a matemática e procura hierarquizar a complexidade cognitiva dos objetivos, das atividades pedagógicas e das questões da avaliação.

<sup>3</sup> A classificação dos problemas proposta por Butts (1997) hierarquiza a forma de apresentação dos problemas.

<sup>4</sup> Algoritmo aqui entendido como um procedimento de cálculo ou de resolução de um grupo de problemas semelhantes, em que se estipulam, com generalidade e sem restrições, um conjunto finito de instruções, mediante o qual se pode obter o resultado ou a solução do problema.

Foi também levado em conta que as formas e instrumentos de avaliação de um sistema educacional necessitam ser compatíveis com as finalidades, objetivos e conteúdos matemáticos ensinados na escola, devendo ser escolhidas de acordo com as informações que se deseja obter. Por conseguinte, mesmo havendo grande preocupação com relação à elaboração de questões das provas da AVA que dessem menos destaque aos aspectos ligados apenas à memorização e mais ênfase no indicativo da capacidade de compreender e saber usar conhecimento na resolução de problemas, um instrumento não é capaz de determinar, com sucesso, capacidades significativas que a própria escola não desenvolve, conforme seria desejável.

A matriz de referência para a prova de Matemática da AVA 2002 foi elaborada, considerando-se habilidades específicas (reconhecimento de noções e conceitos, utilização de procedimentos/algoritmos e resolução de problemas) de maneira que os blocos de conteúdos (espaço e forma, grandezas e medidas, números e operações e tratamento de informação) pudessem ser avaliados em um teste escrito com tempo limitado.

Essa matriz, contendo os descritores de matemática de cada série avaliada, foi o que norteou todo o planejamento da prova de Matemática e, por conseguinte, a elaboração de cada uma das questões. Os detalhamentos, apresentados em parte dos descritores, definiram, muitas vezes, o seu desdobramento em várias questões, de diferentes níveis de dificuldade e abrangendo aspectos diversos de um mesmo descritor.

Como existe um mapeamento prévio que liga cada descritor e seu detalhamento a um conjunto de questões, foi possível representar o desempenho dos alunos com relação a cada um dos descritores, uma vez que, conhecendo a média de acerto dos alunos nas questões, podemos relacionar esses acertos diretamente aos descritores.

## **OS RESULTADOS NA 4ª SÉRIE**

O Quadro 1 contém o percentual de acerto dos alunos em cada descritor definido na matriz de referência de Matemática para a 4ª série do Ensino Fundamental para a aferição da AVA 2002.

**Quadro 1 - Desempenho dos alunos da 4ª série do Ensino Fundamental na prova de matemática, por descritor**

Descritores	% de Acerto
Identificar a localização/movimentação de objeto, em mapas, croquis e outras representações gráficas.	62
Identificar figuras bidimensionais mediante a descrição de suas características/propriedades.	57
Identificar figuras tridimensionais mediante a apresentação de suas características.	40
Identificar semelhanças/diferenças entre figuras tridimensionais.	33
Determinar a duração de um evento, dado o horário de seu início e término.	46
Estabelecer relação entre unidades usuais de medidas.	43
Resolver problema significativo utilizando unidade padronizada de medida de comprimento.	31
Resolver problema significativo utilizando unidade padronizada de medida de massa.	39
Resolver problema significativo utilizando unidade de medida padronizada de capacidade.	68
Resolver problema significativo envolvendo trocas entre cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro, em função de seus valores.	48
Calcular o perímetro de figuras desenhadas em malha quadriculada, sem o uso de fórmulas.	43
Calcular ou estimar área de figuras planas desenhadas em malha quadriculada.	46
Reconhecer características do SND, tais como agrupamentos e trocas na base dez e princípio do valor posicional.	43
Identificar regularidades na escrita numérica	57
Estabelecer relação de maior, menor e igual entre números naturais e números racionais.	39
Calcular o resultado de uma adição de números naturais.	79
Calcular o resultado de uma subtração de números naturais.	60
Calcular o resultado de uma multiplicação de números naturais	58
Calcular o resultado de uma divisão de números naturais.	52
Efetuar cálculos envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão) de números naturais.	27
Relacionar as diferentes representações de um mesmo número racional.	37
Resolver problema significativo envolvendo adição de números naturais.	56
Resolver problema significativo envolvendo adição e subtração de números naturais.	53
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da multiplicação de números naturais.	52
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da divisão de números naturais.	49
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da subtração de números naturais (tirar, completar, comparar).	52
Identificar porcentagem representada em figura.	38
Resolver problema utilizando a escrita decimal de cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro.	55
Resolver problema significativo que envolva porcentagem.	41
Ler informações e dados apresentados em tabela.	74
Ler informações e dados apresentados em gráficos.	66
Resolver problema significativo retirando dados de tabela.	56
Resolver problema significativo retirando dados de um gráfico.	48
Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas.	37

O escore médio contido no Quadro 1 é o *escore esperado*, porque se refere a todas as questões, mesmo aquelas que não foram respondidas pelos alunos. Pela metodologia da Teoria de Resposta ao Item (TRI), é possível, com base nas questões que cada aluno efetivamente respondeu, estimar a probabilidade de acerto em todas as questões da prova, daí o termo *escore esperado*.

No Quadro 2 é apresentada a distribuição dos alunos da 4ª série do Ensino Fundamental nos níveis de proficiência considerados nos documentos da Secretaria de Estado da Educação do Paraná – SEED/PR, de acordo com seu desempenho na prova de matemática.

**Quadro 2 - Número e porcentagem de alunos da 4ª série do Ensino Fundamental, por níveis de proficiência**

Níveis de proficiência	Alunos	
	N	%
<b>Muito crítico</b> (o acerto esperado é inferior a 25%)	4934	11,18
<b>Crítico</b> (o acerto esperado é igual ou superior a 25% e inferior a 45%)	15632	35,42
<b>Intermediário</b> (o acerto esperado é igual ou superior a 45% e inferior a 67%)	13627	30,88
<b>Adequado</b> (o acerto esperado é igual ou superior a 67%)	9937	22,52

Segundo o Quadro 1 e tomando como referência o Quadro 2, pode-se afirmar que os conteúdos e habilidades em matemática considerados como aprendidos pelo conjunto de alunos da 4ª série do Ensino Fundamental são os demonstrados na solução das questões definidas pelos seguintes descritores:

- resolver problema significativo utilizando unidade padronizada de medida de capacidade (descritor 18, acerto de 68%);
- calcular o resultado de uma adição de números naturais (descritor 29, acerto de 79%);
- ler informações e dados apresentados em tabela (descritor 65, acerto de 74%).

Uma primeira leitura dos resultados revela que mesmo aqueles alunos, dessa série, que se encontram no nível **crítico** (igual ou superior a 25% e inferior a 45%), resolvem as questões em que são solicitados a:

- identificar e relacionar unidade de medida com a grandeza dada;
- identificar a adição como estratégia que resolve o problema;
- adicionar números naturais com ou sem reserva; e
- localizar informações, comparar ou adicionar dados apresentados em tabela.

O desempenho dos alunos da 4ª série do Ensino Fundamental, classificados no nível **intermediário** (igual ou superior a 45% e inferior a 65%), revela que em torno de metade deles resolve questões em que são solicitados a:

- identificar:
  - a localização de ponto em uma representação cartesiana e a de elementos em um croqui;
  - um retângulo entre quadriláteros e quadrado dadas suas características;
  - um retângulo formado por dois triângulos retângulos e um quadrado
  - uma figura geométrica caracterizada em texto;
  - o valor posicional de um algarismo no número, embora haja poucos casos de representação do mesmo número tomando como unidade diferentes ordens do Sistema de Numeração Decimal;
  - registros variados para representar um mesmo número, mas há poucos casos de decomposição em ordens e classes na forma polinomial;
  - a composição ou decomposição de números com zeros na ordem das unidades;
  - regularidades em seqüências numéricas aditivas/multiplicativas, provavelmente com base na tabuada;
  - regularidades em seqüências com uso do mesmo desenho para representar quantidades que variam de acordo com um padrão;
  - regularidade em desenhos em que a variação não representa quantidade;
  - informação apresentada em gráfico de linha.

- efetuar:
  - subtração com números de ordens variadas com recurso a ordem superior em uma ou mais ordens, inclusive com zeros nas diferentes ordens;
  - multiplicação de um número natural de três ordens por um de duas ordens com ou sem zero em alguma delas;
  - divisão com resto de um número natural com três ordens por um com uma ordem.
  
- compreender texto em que é solicitada a duração de um evento dado o horário de seu início e término;
- calcular o valor total de uma quantia dadas as quantidades diferentes de moedas de valores diversos;
- comparar figuras quadriculadas ou em malhas quadriculadas e identificar as de mesma área, por contagem;
- determinar a área de figura quadriculada, por meio da contagem;
- relacionar duas representações de uma mesma fração ordinária;
- reconhecer o nome dos termos de uma subtração localizando-os no algoritmo usualmente apresentado nas escolas;
- solucionar problemas envolvendo situações que demandam:
  - adição de números naturais;
  - facilitação de troco a partir de referência a valor;
  - adição e subtração de números naturais;
  - diferentes significados da multiplicação de números naturais;
  - diferentes significados da divisão de números naturais, com dificuldade maior dependendo dos números envolvidos;
  - diferentes significados da subtração de números naturais;
  - diferentes significados da adição, subtração e multiplicação de quantidades monetárias;
  - idéias aditivas, retirando dados de tabela;
  - idéias aditivas, retirando dados de gráficos de barra.

O desempenho dos alunos da 4ª série do Ensino Fundamental, classificados no nível **adequado** (igual ou superior a 67%), revela que esses alunos resolvem questões em que são solicitados a:

- compreender texto em que é indagada a duração de um evento, dado o horário de seu início e término;



- determinar a área de figura quadriculada, por meio da contagem;
- comparar:
  - figuras quadriculadas ou em malhas quadriculadas e identificar as de mesma área, por contagem;
  - medidas de comprimento representadas em diferentes unidades padronizadas usuais;
  - perímetros de figuras planas poligonais desenhadas em malha quadriculada;
  - números naturais com racionais representados na forma fracionária.
- identificar:
  - a localização de números decimais representados na reta numerada;
  - representações de figuras tridimensionais mediante a descrição de suas características;
  - semelhanças entre figuras tridimensionais;
  - o número de faces de figuras tridimensionais;
  - a relação entre hora e minutos; mês, dias e semanas; ano e meses; dia e horas;
  - a correspondência entre a representação de uma porcentagem, por meio de figura circular, e sua representação numérica.
- transformar unidades padronizadas usuais de medidas de massa;
- solucionar problemas que envolvem situações que demandam:
  - adições e multiplicações;
  - cálculo de 50% e de 25% de uma quantidade;
  - situação aditiva a partir de dados apresentados em tabela.

O Quadro 3 apresenta, de forma resumida, o desempenho dos alunos da 4ª série do Ensino Fundamental na prova de Matemática da AVA 2002.

**Quadro 3 - Desempenho dos alunos da 4ª série do Ensino Fundamental na prova de Matemática, por descritor e nível de proficiência**

Descritores	% de Acerto			
	Muito Crítico	Crítico	Intermediário	Adequado
Identificar a localização/movimentação de objeto, em mapas, croquis e outras representações gráficas.	22	44	76	88
Identificar figuras bidimensionais mediante a descrição de suas características/propriedades.	18	38	71	85
Identificar figuras tridimensionais mediante a apresentação de suas características.	9	21	51	70
Identificar semelhanças/diferenças entre figuras tridimensionais.	7	16	44	64
Determinar a duração de um evento, dado o horário de seu início e término.	12	27	60	77
Estabelecer relação entre unidades usuais de medidas.	10	23	56	74
Resolver problema significativo utilizando unidade padronizada de medida de comprimento.	6	15	42	61
Resolver problema significativo utilizando unidade padronizada de medida de massa.	10	22	51	69
Resolver problema significativo utilizando unidade de medida padronizada de capacidade.	28	52	82	91
Resolver problema significativo envolvendo trocas entre cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro, em função de seus valores.	13	28	63	80
Calcular o perímetro de figuras desenhadas em malha quadriculada, sem o uso de fórmulas.	10	23	56	75
Calcular ou estimar área de figuras planas desenhadas em malha quadriculada.	12	26	60	77
Reconhecer características do SND, tais como agrupamentos e trocas na base dez e princípio do valor posicional.	12	26	56	72
Identificar regularidades na escrita numérica.	20	38	70	84
Estabelecer relação de maior, menor e igual entre números naturais e números racionais.	9	21	51	70
Calcular o resultado de uma adição de números naturais.	43	67	89	95
Calcular o resultado de uma subtração de números naturais.	22	42	74	87
Calcular o resultado de uma multiplicação de números naturais	19	39	72	86
Calcular o resultado de uma divisão de números naturais.	17	34	65	80
Efetuar cálculos envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão) de números naturais.	4	11	36	56
Relacionar as diferentes representações de um mesmo número racional.	8	19	48	67
Resolver problema significativo envolvendo adição de números naturais.	20	38	69	83

cont.

cont.

Descritores	% de Acerto			
	Muito Crítico	Crítico	Intermediário	Adequado
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da multiplicação de números naturais.	16	33	67	82
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da multiplicação de números naturais.	16	33	65	81
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da divisão de números naturais.	14	30	63	79
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da subtração de números naturais (tirar, completar, comparar).	16	33	66	81
Identificar porcentagem representada em figura.	8	19	51	71
Resolver problema utilizando a escrita decimal de cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro.	17	34	64	79
Resolver problema significativo que envolva porcentagem.	10	23	53	71
Ler informações e dados apresentados em tabela.	35	59	85	93
Ler informações e dados apresentados em gráficos.	27	49	79	90
Resolver problema significativo retirando dados de tabela.	19	37	70	84
Resolver problema significativo retirando dados de um gráfico.	13	28	62	79
Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas.	8	18	49	69

Em síntese, os alunos da 4ª série demonstraram por seu desempenho que calculam o resultado de operações aritméticas envolvendo números naturais, porém com dificuldade na divisão; lidam com informações e dados apresentados em tabela e em gráficos de barras; e identificam:

- a localização de objeto em mapas, croquis e outras representações gráficas;
- algumas figuras bidimensionais mediante a descrição de suas características;
- regularidades em seqüências numéricas simples.

E ainda resolvem problemas:

- utilizando as unidades mais usuais de medidas padronizadas de tempo e comprimento;
- envolvendo adição, subtração e multiplicação com números naturais, mesmo com os dados apresentados em tabelas.

No entanto, apesar de os alunos manejarem as operações aritméticas básicas com relativa facilidade, eles ainda apresentam dificuldades na aplicação dessas mesmas operações na solução de problemas. Seu desempenho foi melhor nas questões que envolviam apenas um conceito, e naquelas cujas informações necessárias para a solução estavam todas e diretamente explícitas no enunciado, como pode ser observado no quadro a seguir.

**Quadro 4 - Tipo de questão da prova de matemática da 4ª série do Ensino Fundamental e o acerto dos alunos**

Tipo de Questão da Prova	Acerto
Toda informação necessária para resolver esse tipo de questão (rotineira em sala de aula) está contida no enunciado, já na ordem de sua utilização, quase sempre necessitando de apenas um procedimento para sua resolução.	A maioria dos alunos.
Toda informação necessária para resolver esse tipo de questão (rotineira em sala de aula) está contida no enunciado, mas não na ordem de sua utilização, quase sempre necessitando de apenas um procedimento para sua resolução.	Em torno da metade dos alunos.
Toda informação necessária para resolver esse tipo de questão (não-rotineira em sala de aula) está contida no enunciado, mas é necessária uma sua reorganização e uma combinação de procedimentos para sua resolução.	Em torno de 22% dos alunos.

Os alunos da 4ª série do Ensino Fundamental que se encontram no nível adequado apresentaram dificuldade em:

- identificar semelhanças/ diferenças entre figuras tridimensionais;
- resolver problema utilizando unidades usuais padronizadas de medidas;
- efetuar cálculos envolvendo operações aritméticas com números racionais representados na forma fracionária ou decimal.

**OS RESULTADOS NA 8ª SÉRIE**

O Quadro 5 apresenta os descritores (habilidades e conteúdos) definidos na Matriz de Referência de Matemática para a 8ª série do Ensino Fundamental na aferição da AVA 2002 e os percentuais de acerto do conjunto de alunos nesses descritores.

**Quadro 5 - Desempenho dos alunos da 8ª série do Ensino Fundamental na prova de matemática, por descritor**

Descritores	% de Acerto
Identificar figuras bidimensionais mediante a descrição de suas características/propriedades.	42
Identificar figuras tridimensionais mediante a apresentação de suas características.	57
Identificar semelhanças/diferenças entre figuras tridimensionais.	59
Relacionar figuras tridimensionais com as suas planificações.	43
Reconhecer que as imagens de uma figura construída por uma transformação homotética são semelhantes.	37
Resolver problema significativo envolvendo a relação de Thales.	58
Resolver problema significativo envolvendo a relação de Pitágoras.	27
Identificar a localização de pontos no plano cartesiano.	36
Determinar a duração de um evento, dado o horário de seu início e término.	74
Estabelecer relação entre unidades usuais de medidas.	69
Resolver problema significativo utilizando unidade padronizada de medida de comprimento.	52
Resolver problema significativo utilizando unidade padronizada de medida de massa.	45
Resolver problema significativo utilizando unidade de medida padronizada de capacidade.	44
Calcular perímetro de figuras planas.	36
Calcular ou estimar área de figuras planas desenhadas em malha quadriculada.	63
Resolver problemas envolvendo cálculo de área de figuras planas.	29
Resolver problema envolvendo noções de volume.	33
Reconhecer características do SND, tais como agrupamentos e trocas na base dez e princípio do valor posicional.	47
Estabelecer relação de maior, menor e igual entre números naturais e números racionais.	49
Efetuar cálculos envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão) de números naturais.	51
Comparar números reais.	40
Relacionar as diferentes representações de um mesmo número racional.	47
Reconhecer a composição/decomposição de números racionais expressos na forma decimal nas suas diversas ordens.	45
Efetuar cálculos envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão) de números racionais expressos na forma decimal.	37
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da multiplicação de números naturais.	57
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da divisão de números naturais.	56

cont.

cont.

Descritores	% de Acerto
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da subtração de números naturais (tirar, completar, comparar).	57
Resolver problema utilizando a escrita decimal de cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro.	62
Resolver problema envolvendo as operações adição, subtração, multiplicação, divisão com números racionais expressos na forma decimal.	48
Identificar a forma simplificada de uma expressão algébrica mediante o uso de fatoração.	33
Identificar a raiz de uma equação de 1º grau.	27
Calcular o valor numérico de uma expressão algébrica.	38
Identificar a expressão algébrica da resolução de um problema.	36
Resolver problema significativo envolvendo uma equação do 1º grau.	45
Resolver um sistema de duas equações do 1º grau com duas incógnitas.	26
Identificar um sistema de equações do 1º grau que expressa um problema.	45
Resolver problema envolvendo um sistema de duas equações do 1º grau com duas incógnitas.	52
Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa entre grandezas.	36
Resolver problema significativo que envolva porcentagem.	41
Identificar as raízes de uma equação do 2º grau.	34
Resolver problemas envolvendo equação do 2º grau.	51
Resolver problema significativo retirando dados de tabela.	68
Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas.	61
Resolver problema envolvendo informações apresentadas em gráficos.	53

Assim como nos quadros relativos ao desempenho da 4ª série, o escore médio contido no Quadro 5 também é o *escore esperado* e se refere a todas as questões, mesmo aquelas que não foram respondidas pelos alunos.

No Quadro 6 é apresentada a distribuição dos alunos da 8ª série do Ensino Fundamental nos níveis de proficiência considerados nos documentos da SEED/PR, de acordo com seu desempenho na prova de matemática.

**Quadro 6 - Número e porcentagem de alunos da 8ª série do Ensino Fundamental, por nível de proficiência**

Nível de Proficiência	Alunos	
	N	%
<b>Muito crítico</b> (o acerto esperado é inferior a 25%)	4368	12
<b>Crítico</b> (o acerto esperado é igual ou superior a 25% e inferior a 45%)	16622	44
<b>Intermediário</b> (o acerto esperado é igual ou superior a 45% e inferior a 67%)	12627	33
<b>Adequado</b> (o acerto esperado é igual ou superior a 67%)	4169	11

Com base nos Quadros 5 e 6 apresentados, é possível afirmar que os conteúdos e habilidades definidos na Matriz de Referência de Matemática aprendidos pelo conjunto de alunos da 8ª série do Ensino Fundamental são os demonstrados na solução das questões definidas pelos seguintes descritores:

- determinar a duração de um evento dado o horário de seu início e término (descritor 14, acerto de 74%);
- estabelecer relação entre unidades usuais de medidas (descritor 15, acerto de 69%);
- resolver problema significativo retirando dados de tabela (descritor 67, acerto de 68%).

Como se pode observar, 45% dos alunos encontram-se nos níveis **adequado e intermediário**.

Uma primeira leitura dos resultados revela que mesmo aqueles alunos que se encontram no nível **crítico** (igual ou superior a 25% e inferior a 45%) resolvem as questões em que são solicitados a:

- compreender texto em que se pergunta a duração de um evento, dado o horário de seu início e término;
- identificar a relação entre hora e minutos ou ano e meses;
- resolver problema significativo retirando dados de tabela.

O desempenho dos alunos classificados no nível **intermediário** (igual ou superior a 45% e inferior a 65%) revela que em torno de metade dos alunos resolvem questões em que são solicitados a:

- identificar:
  - semelhanças entre figuras tridimensionais e o número de faces dessas figuras;
  - a localização de números reais na reta numerada;
  - a relação entre dia e horas;
  - um sistema de equações do 1º grau que expressa um problema.
  
- solucionar problema envolvendo situação que demanda:
  - cálculo proporcional;
  - idéia de repartição equitativa da divisão;
  - idéia comparativa da subtração;
  - divisão de um decimal que representa uma quantidade monetária por um natural;
  - adição e multiplicação de números decimais;
  - sistema de duas equações do 1º grau com duas incógnitas;
  - equação do 2º grau;
  - adição de dados apresentados em tabela.
  
- comparar ou transformar medidas de comprimento representadas em diferentes unidades padronizadas usuais;
- calcular área de figuras planas desenhadas em malhas quadriculadas dada a unidade de área;
- compor números com zeros em diferentes ordens;
- efetuar divisão exata com 4 algarismos no dividendo por 2 no divisor.

O desempenho dos alunos classificados no nível **adequado** (igual ou superior a 67%) revela que esses alunos resolvem questões em que são solicitados a:

- identificar
  - algumas características em figuras bidimensionais que representam triângulos;
  - a razão numérica de semelhança entre a representação de figuras semelhantes por meio de desenho, assim como, a permanência de alguma das características das figuras;
  - as relações de equivalência entre as representações fracionária, decimal ou porcentual de um mesmo número racional;
  - a equação do 1º grau que expressa um problema;



- o sistema de equações do 1º grau que expressa um problema;
  - as raízes de uma equação do 2º grau, mesmo com raízes inteiras.
- relacionar:
- o nome de figuras tridimensionais com a representação de sua planificação;
  - a representação de pares ordenados com pontos no gráfico cartesiano.
- solucionar problema que demanda:
- divisão envolvendo situação de comparação de medidas de comprimento representadas em diferentes unidades padronizadas usuais;
  - multiplicação envolvendo situação de comparação de medidas de massa representadas em diferentes unidades padronizadas usuais;
  - divisão envolvendo situação de comparação de medidas de capacidade representadas em diferentes unidades padronizadas usuais;
  - comparação entre áreas de figuras geométricas planas;
  - cálculo de volume de um paralelepípedo e cálculo de uma de suas dimensões;
  - operações aritméticas com números racionais expressos na forma decimal;
  - divisão de números naturais;
  - operações aritméticas com números racionais expressos na forma decimal;
  - resolução de equação do 1º grau;
  - resolução de sistema de duas equações do 1º grau com duas incógnitas e coeficientes inteiros;
  - cálculo de variação proporcional direta entre grandezas;
  - cálculo de porcentagem;
  - resolução de equação do 2º grau;
  - subtração de dados apresentados em gráfico.
- compor números com zeros em diferentes ordens;
- comparar números reais mesmo quando apresentados em situação-problema ou em reta numerada;
- resolver expressão algébrica mediante o uso de fatoração.

No Quadro 7 é apresentado o desempenho dos alunos da 8ª série do Ensino Fundamental da AVA 2002.

**Quadro 7 - Desempenho dos alunos da 8ª série na prova de Matemática, por descritor e nível de proficiência**

Descritores	% de Acerto			
	Muito Crítico	Crítico	Intermediário	Adequado
Identificar figuras bidimensionais mediante a descrição de suas características/propriedades.	14	28	49	76
Identificar figuras tridimensionais mediante a apresentação de suas características.	24	43	66	86
Identificar semelhanças/diferenças entre figuras tridimensionais.	26	46	67	87
Relacionar figuras tridimensionais com as suas planificações.	14	29	50	77
Reconhecer que as imagens de uma figura construída por uma transformação homotética são semelhantes.	11	24	43	70
Resolver problema significativo envolvendo a relação de Tales.	24	44	67	87
Resolver problema significativo envolvendo a relação de Pitágoras.	7	16	31	58
Identificar a localização de pontos no plano cartesiano.	11	23	43	71
Determinar a duração de um evento, dado o horário de seu início e término.	42	64	82	94
Estabelecer relação entre unidades usuais de medidas.	36	58	78	92
Resolver problema significativo utilizando unidade padronizada de medida de comprimento.	21	39	61	83
Resolver problema significativo utilizando unidade padronizada de medida de massa.	16	31	52	77
Resolver problema significativo utilizando unidade de medida padronizada de capacidade.	15	30	51	78
Calcular perímetro de figuras planas.	11	23	42	68
Calcular ou estimar área de figuras planas desenhadas em malha quadriculada.	29	50	72	90
Resolver problemas envolvendo cálculo de área de figuras planas.	8	17	34	61
Resolver problema envolvendo noções de volume.	9	20	39	68
Reconhecer características do SND, tais como agrupamentos e trocas na base dez e princípio do valor posicional.	17	33	54	80
Estabelecer relação de maior, menor e igual entre números naturais e números racionais.	17	34	57	82
Efetuar cálculos envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão) de números naturais.	19	36	59	83
Comparar números reais.	13	26	47	74
Relacionar as diferentes representações de um mesmo número racional.	17	34	55	80

cont.

cont.

Descritores	% de Acerto			
	Muito Crítico	Crítico	Intermediário	Adequado
Reconhecer a composição/decomposição de números racionais expressos na forma decimal nas suas diversas ordens.	18	33	51	74
Efetuar cálculos envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão) de números racionais expressos na forma decimal.	11	24	44	72
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da multiplicação de números naturais.	24	44	66	86
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da divisão de números naturais.	25	43	65	85
Resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da subtração de números naturais (tirar, completar, comparar).	24	43	66	87
Resolver problema utilizando a escrita decimal de cédulas e moedas do sistema monetário brasileiro.	28	49	71	89
Resolver problema envolvendo as operações adição, subtração, multiplicação, divisão com números racionais expressos na forma decimal.	18	34	55	79
Identificar a forma simplificada de uma expressão algébrica mediante o uso de fatoração.	10	21	39	68
Identificar a raiz de uma equação de 1º grau.	6	15	31	61
Calcular o valor numérico de uma expressão algébrica.	12	25	45	72
Identificar a expressão algébrica da resolução de um problema.	11	23	43	72
Resolver problema significativo envolvendo uma equação do 1º grau.	18	33	52	76
Resolver um sistema de duas equações do 1º grau com duas incógnitas.	6	15	30	60
Identificar um sistema de equações do 1º grau que expressa um problema.	16	32	53	78
Resolver problema envolvendo um sistema de duas equações do 1º grau com duas incógnitas.	20	38	61	84
Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa entre grandezas.	11	22	42	70
Resolver problema significativo que envolva porcentagem.	13	27	48	75
Identificar as raízes de uma equação do 2º grau.	10	21	40	69
Resolver problemas envolvendo equação do 2º grau.	19	37	59	82
Resolver problema significativo retirando dados de tabela.	34	56	77	92
Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas.	27	48	70	89
Resolver problema envolvendo informações apresentadas em gráficos.	22	40	61	83

Em síntese, os alunos da 8ª série demonstraram por seu desempenho que:

- identificam figuras tridimensionais, suas semelhanças/diferenças mediante a apresentação de suas características;
- estabelecem relação entre unidades usuais padronizadas de medidas;
- calculam ou estimam área de figuras planas desenhadas em malha quadriculada;
- resolvem problema envolvendo a relação de Thales, as operações aritméticas com números naturais, o manejo do sistema monetário brasileiro, mesmo com dados apresentados em tabelas.

Esses alunos ainda apresentam dificuldades na resolução de problemas, principalmente os que envolvem alguma linguagem algébrica. Seu desempenho é melhor nos problemas simples que envolviam poucos conceitos e nos quais as informações necessárias para a solução estavam todas e diretamente explícitas no enunciado, como pode ser observado no Quadro 8.

#### **Quadro 8 - Tipo de questão da prova de Matemática da 8ª série do Ensino Fundamental e acerto dos alunos**

<b>Tipo de questão da prova</b>	<b>Acerto</b>
Toda informação necessária para resolver esse tipo de questão (rotineira em sala de aula) está contida no enunciado, já na ordem de sua utilização, quase sempre necessitando de apenas um procedimento para sua resolução.	A maioria dos alunos.
Toda informação necessária para resolver esse tipo de questão (rotineira em sala de aula) está contida no enunciado, mas não na ordem de sua utilização, quase sempre necessitando de apenas um procedimento para sua resolução.	Em torno de 44% dos alunos.
Toda informação necessária para resolver esse tipo de questão (não-rotineira em sala de aula) está contida no enunciado, mas é necessária uma sua reorganização e uma combinação de procedimentos para sua resolução.	Em torno de 11% dos alunos.

Os alunos da 8ª série do Ensino Fundamental que se encontram no nível adequado apresentaram dificuldade em:

- resolver problema envolvendo equações;
- utilizar a relação de Pitágoras;

- calcular a área de figuras planas;
- resolver um sistema de duas equações do 1º grau com duas incógnitas.

## OS RESULTADOS NAS QUESTÕES COMUNS À 4ª E 8ª SÉRIES

Nas questões comuns a média da 8ª série (0.577) é bastante satisfatória principalmente se considerada em relação à da 4ª série (0.326). Especificamente, em relação ao resultado do desempenho dos alunos na solução das questões propostas:

- a média dos alunos da 4ª série se aproxima dos da 8ª série, quando se trata de:
  - relacionar as diferentes representações de um mesmo número racional;
  - resolver problema significativo envolvendo os diferentes significados da divisão de números naturais;
  - efetuar divisão de números naturais com 4 algarismos no dividendo e 2 no divisor;
  - reconhecer características do SND, tais como agrupamentos e trocas na base dez e princípio do valor posicional;
  - identificar semelhanças/diferenças entre figuras tridimensionais.
- a média dos alunos da 4ª série se distancia gradualmente da média dos alunos da 8ª série nas questões que demandam:
  - resolver problema envolvendo unidades padronizadas de massa e de comprimento, fazendo conversões adequadas para efetuar cálculos e expressar as soluções;
  - calcular ou estimar área de figuras planas desenhadas em malha quadriculada;
  - identificar duas figuras tridimensionais, dadas suas características comuns, assim como os elementos de um poliedro: faces, vértices e arestas;
  - compor números no SND com zeros no final.
- a média dos alunos da 4ª série é em torno da metade da média dos alunos de 8ª série, quando se trata de:
  - determinar a duração de um evento, dado o horário de seu início e término;

- resolver problema significativo cujos dados estão apresentados em tabela;
- apresentar situações diversas em que o aluno estabeleça relações entre unidades de medida de tempo;
- resolver problema que envolva a idéia de tirar da subtração, a idéia de combinatória na multiplicação, a idéia comparativa de divisão e porcentagem;
- relacionar uma fração decimal dada à fração ordinária equivalente.

Um dos aspectos é que o conhecimento matemático não pode ser considerado, como tem sido feito, como um amontoado de saberes prontos e acabados, cada um dentro de uma “gavetinha” isolada uma da outra. Essa prática é uma das razões pelas quais os alunos têm apresentado um desempenho aquém do esperado em avaliações propostas pelos sistemas de ensino, como nas provas da AVA.

Os baixos índices de acerto nas questões propostas reforçam a imagem de que a matemática ensinada na escola é tomada como algo incompreensível e quase inacessível.

Segundo Rico (1990), o conhecimento matemático é concebido a partir de duas componentes fundamentais: a conceitual e a procedimental, que não podem ser tomadas de forma independente uma da outra.

De um lado, a *componente conceitual* que se refere a uma série de informações conectadas entre si por múltiplas relações, que constituem o que se denomina estrutura conceitual. Esse autor reconhece o poder das estruturas conceituais para selecionar procedimentos adequados na abordagem de problemas. Para ele, são três os níveis no campo conceitual:

- *fatos* - unidades de informação utilizadas para registrar acontecimentos, que podem carecer de significado se tomadas isoladamente, uma vez que o significado se constitui no interior de alguma estrutura matemática;
- *conceitos* - série de unidades de informação, representados por meio de sistemas simbólicos, conectados entre si por meio de relações;
- *estruturas conceituais* - reunião ou relações entre conceitos, constituindo, eventualmente, conceitos de ordem superior.

O conhecimento conceitual evidenciado pelo domínio de fatos e conceitos matemáticos, adquire significado dentro de uma estrutura e é nela que desempenha seu papel.

De outro, o *campo procedimental* se refere à forma de atuação em tarefas matemáticas para além da execução mecânica de algoritmos. No campo procedimental, Rico (1990) reconhece os seguintes níveis:

- *destrezas* - aritméticas, geométricas, gráficas e de representação, que supõem o domínio dos fatos, têm significado para quem as utiliza e sua execução deve se dar no interior de uma estrutura conceitual;
- *raciocínio matemático* - enunciados, processos para fundamentar uma idéia com base em dados, premissas e regras de inferência;
- *estratégias* - formas de responder a uma determinada situação dentro de uma estrutura conceitual, tais como estimação, aproximação, construção de tabelas, elaboração de modelos, busca de padrões e regularidades, simplificação de tarefas difíceis, estabelecimento e comprovação de conjecturas.

Assim, avaliar o rendimento escolar dos alunos em disciplinas específicas como a Matemática, ao final da 4ª e da 8ª séries do Ensino Fundamental e da 3ª série Ensino Médio, para informar aos professores apenas dados quantitativos a respeito dos erros e acertos apresentados por seus alunos ao tentarem resolver as questões da prova, elaboradas em forma de exercícios e problemas, com base nos conteúdos que constam do currículo escolar, não basta quando se almeja uma educação matemática escolar de **boa** qualidade.

Compreender que a função da escola é criar ambientes para a aprendizagem da matemática implica pensar qual a dinâmica de aula favoreceria o seu aparecimento, dinâmica que não pode se pautar apenas pela valorização da memorização de definições, de fatos isolados e pela repetição de tarefas rotineiras, mas sim pela construção de estruturas conceituais e de diferentes estratégias.

Por conseguinte, os problemas não podem se reduzir, como usualmente ocorre, a exercícios de mecanização e aplicação de conteúdos já estudados, pois a resolução de problemas pode ser tomada como uma atividade que envolve processos, tais como visualização, associação, abstração, compreensão, argumentação, análise, síntese, generalização. A reflexão realizada pelo aluno sobre suas próprias ações em um processo de resolução de problemas, possibilita a geração de processos de investigação e a exploração de diferentes estratégias.

Uma das funções da avaliação do rendimento escolar em larga escala diz respeito a propiciar uma reflexão, em primeira instância, sobre as práticas pedagógicas atuais desenvolvidas nas escolas, e, em última instância, sobre seus projetos político-pedagógicos. Com isso, pode-se

buscar determinar os possíveis contextos nos quais os alunos devem ser envolvidos para o desenvolvimento de sua competência matemática o que tornará possível o estabelecimento de condições para a aprendizagem na escola.

Por conseguinte, “esforços, por parte de educadores, devem também ser direcionados no sentido de uma reflexão crítica sobre a maneira preconceituosa e estereotipada a que alunos brasileiros com rendimento escolar insatisfatório vêm sendo alvos, para que se possa transformar o discurso do aluno 'culpado pelo seu próprio fracasso escolar' numa atitude de confiança e credibilidade” (Boruchovitch, 1999) na sua capacidade para se tornar um estudante autônomo, motivado e auto-regulado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKER, F. B. *The Basis of Item Response Theory*. 2<sup>nd</sup> ed. ERIC Clearinghouse on Assessment and Evaluation, 2001.

BLOOM, B. S. (ed.) *Taxonomi of Educational Objectives. Handbook 1, The Cognitive Domain*. New York: Mac Key, 1956.

BORUCHOVITCH, Evely. Estratégias de aprendizagem e desempenho escolar: considerações para a prática educacional. *Psicol. Reflex. Crit.* [online], v.12, n.2, p.361-376, 1999. [citado 16 novembro 2002]. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-79721999000200008&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79721999000200008&lng=pt&nrm=iso)>.

BURIASCO, Regina L. C. de; SOARES, Maria Tereza C. Relatório das provas de matemática. *Relatório AVA 2002*. Curitiba: SEED, 2006. (no prelo)

BUTTS, T. Colocando Problemas Adequadamente. In: KRULIK, S.; REYS, R. E. *A Resolução de Problemas na Matemática Escolar*. São Paulo: Atual, 1997.

GRAS, R. *Contributions à l'étude expérimentale et à l'analyse de certaines acquisitions cognitives et de certains objectifs didactiques em mathématiques*. Thèse - Université de RENNES, 1977.

HAMBLETON, R. K. Principles and selected applications of Item Response Theory. In: LINN, R. L. (ed.). *Educational measurement*. 3. ed. Washington, DC: American Council on Education and the National Council on Measurement in Education, 1993. p.147-200.



HAMBLETON, R.; SWAMINATHAN, H. *Response Theory: Principles an application*. Kluwer -Nijhoff Publishing, 1985.

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. *Programa de Avaliação do Sistema Educacional do Paraná*. Projeto Qualidade no Ensino Público do Paraná - 1995 a 1998. Curitiba: SEED, 1995.

RICO, L. Diseño curricular en Educación Matemática: una perspectiva cultural. In: LLINARES, S.; SÁNCHEZ, V. (eds.). *Teoría y práctica en Educación Matemática*. Sevilla: Alfar, 1990.

Recebido em: novembro 2006

Aprovado para publicação em: agosto 2007

