

STELLA MARIS LEMOS NUNES

**A PROFICIÊNCIA MATEMÁTICA DOS
ALUNOS BRASILEIROS NO PISA 2003:
UMA ANÁLISE DOS ITENS DE INCERTEZA**

Belo Horizonte/MG
Faculdade de Educação
Universidade Federal de Minas Gerais
2013

Stella Maris Lemos Nunes

A PROFICIÊNCIA MATEMÁTICA DOS ALUNOS
BRASILEIROS NO PISA 2003:
UMA ANÁLISE DOS ITENS DE INCERTEZA

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção ao Título de Doutora em Educação.

Programa de Pós-graduação em Educação:
Conhecimento e Inclusão Social

Linha de pesquisa: Educação Matemática

Orientadora: Profa. Dra. Maria Manuela
Soares David

Co-orientador: Prof. Dr. José Francisco
Soares

Belo Horizonte – MG
2013

Dedico esta tese aos meus grandes amores:

Zizi e Vicente, meus pais;

Ana Clara, minha filha;

Eduardo, meu marido.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a Maria Manuela Soares David, que desenvolveu um trabalho de orientação com muito profissionalismo, responsabilidade e ética sempre me motivando e promovendo inúmeras e valiosas reflexões durante a elaboração desta tese. A sua leitura cuidadosa sempre enriqueceu muito o meu texto. Tenho em Manuela um grande exemplo a ser seguido.

Ao Prof. José Francisco Soares, que sabiamente despertou em mim o interesse pelo PISA e muito contribuiu para que este trabalho se tornasse realidade. O seu conhecimento, a sua dignidade e a sua experiência de vida e na vida o tornam um homem singular.

Às professoras Cileda de Queiroz e Silva Coutinho e Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca que, durante o exame de qualificação, fizeram uma leitura cuidadosa do texto e muito contribuíram para a sua redação final.

À Prof^a Maria da Penha Lopes, minha eterna professora, que carinhosamente me auxilia e me incentiva na minha formação acadêmica.

À Prof^a Vera Regina Faria e Flores, uma importante interlocutora nas reflexões sobre análise de itens, que gentilmente me auxiliou na elaboração da ficha de observação dos itens e nas análises pedagógicas dos mesmos.

À Prof^a Marlene Machado Zica Vianna, pela zelosa revisão deste texto, pela simpatia e pelo carinho com que me recebeu em sua casa.

A minha querida Prof^a de Inglês e amiga Tereza Cristina Godoi, pelo carinho, comprometimento, apoio e pela amizade durante os últimos anos.

Ao grande amigo e colega de departamento Alex, que sempre me apoiou, incentivou e nunca mediu esforços para que eu tivesse mais disponibilidade para fazer o meu doutorado.

À equipe responsável pelo PISA no Brasil, João, Pedro Henrique, Meiry e Kátia, que me recebeu no INEP.

Ao ACER, por ter confiado a mim a responsabilidade de PQM do Brasil em 2012. Especialmente à coordenadora Fei Peng, que, apesar da distância geográfica que nos separava, prontamente me acompanhou durante esse processo.

Aos meus pais, agradeço pela formação do meu caráter e por terem despertado em mim a coragem e a determinação que me fizeram chegar até aqui. Especialmente à minha mãe, minha melhor amiga, que sempre me acolheu nos momentos mais difíceis da minha vida.

Aos meus irmãos e sobrinhos, pelo amor, carinho e pela compreensão. À minha irmã que partiu, Dendôa, muito agradeço por ter sido a pessoa que mais me incentivou a estudar. Tenho certeza de que hoje ela estaria particularmente feliz.

À minha princesinha, minha filha Ana Clara, agradeço a compreensão expressa na doçura de suas palavras quando me perguntava: Mamãe, você acabou a tese? E, mesmo diante de um “ainda não”, ela sabiamente dizia: Prometo que vou ficar quietinha para você render... Obrigada, filha! Hoje eu posso lhe dizer: Acabei a tese!!!

Ao meu amor, meu marido Du, que sempre me apoiou e compreendeu a minha recusa a tantos convites. Agradeço pelo carinho e pela presença junto à minha filha, principalmente quando eu me ausentava e viajava em função desta pesquisa.

Ao meu sogro, Sr. Maurício, que me abriu as portas da ECP Engenharia, local onde desenvolvi grande parte desta tese, cercada pelo carinho e pela atenção de todos os que ali trabalhavam.

Às minhas grandes amigas, Lourdes, Jú, Chris, Gáu e Andréa que carinhosamente sempre me acompanharam e incentivaram – cada uma à sua maneira – durante este percurso.

Ao PMCD/FAPEMIG, pelo suporte financeiro para a execução desta tese.

A todos que, de alguma forma, participaram desta realização, o meu muito obrigada!

RESUMO

Nos últimos anos, iniciaram-se várias avaliações em larga escala que têm medido o desempenho de alunos em algumas competências cognitivas, julgadas necessárias para a inserção crítica dos estudantes em suas comunidades e no mundo do trabalho. Considerando a relevância dos estudos do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) em nível mundial, utilizamos os dados dessa avaliação para refletir sobre o Ensino de Matemática no Brasil, em especial na subárea de Incerteza. Nesse cenário, o principal objetivo desta tese é analisar a competência matemática dos alunos brasileiros no PISA, dando a conhecer, de forma mais aprofundada, as habilidades consolidadas e não consolidadas por eles, na subárea de Incerteza. Além disso, este trabalho identifica as habilidades dessa subárea da Matemática que foram ou não contempladas no Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e no PISA, duas avaliações sistêmicas de grande relevância em nível nacional e internacional. Para tal, realizamos uma análise qualitativa do desempenho em Matemática dos alunos brasileiros, utilizando os itens que compuseram os testes do PISA de 2003. Concluímos que existe uma diferença estrutural entre as avaliações do PISA e do SAEB, que perpassa pelo conceito de letramento matemático utilizado, pelas ênfases curriculares diferenciadas, pela elaboração dos itens e pelo tipo de itens que compõem o escopo de cada uma dessas avaliações. Alicerçando toda a discussão do desempenho dos alunos no PISA e no SAEB, a Teoria de Resposta ao Item foi utilizada de forma ampla nesta tese, para viabilizar a compreensão pedagógica das avaliações em larga escala que utilizam essa teoria. De forma particular, os parâmetros dos itens foram utilizados para a construção das interpretações pedagógicas.

Palavras-chave: PISA, Matemática, Incerteza, Competência, TRI, SAEB.

ABSTRACT

Over the last few years, several large scale assessments have been conducted to measure the students' performance regarding certain cognitive abilities which are considered to be necessary for the students' critical insertion in their community and in the world of work. Considering the relevance of the studies made by The Programme for International Student Assessment (PISA) at the global level, we have utilized the data from its assessments to reflect upon the teaching of Mathematics in Brazil, especially regarding the overarching idea of Uncertainty. Within this scenario, the primary objective of the present work is to analyze the Brazilian students' mathematical competency in the PISA, making known, in more depth, the abilities that are consolidated or not consolidated by them as regards the notion of Uncertainty. Furthermore, the present work identifies the abilities pertaining to this overarching idea of Mathematics which have or have not been contemplated in the Sistema de Avaliação da Educação Básica [Fundamental Education Assessment System] (SAEB) and in the PISA, two systemic assessments of great relevance at the national and international levels. For this purpose, we have conducted a qualitative analysis of the Brazilian students' performance in Mathematics using the items composing the tests of 2003 PISA. We have concluded that there is a structural difference between the PISA and the SAEB assessments which pervades the concept of mathematical literacy teaching employed by each one, the different curricular emphases, the statement of the items and the type of items which constitute the scope of each assessment. As a foundation for the debate concerning the students' performances in the PISA and in the SAEB, the Theory of Response to Item has been widely used in this thesis as a means to facilitate the pedagogical understanding of the large scale assessments which make use of this theory. And, more specifically, the item parameters have been employed in the elaboration of the pedagogical interpretations.

Key-words: PISA, Mathematics, Uncertainty, Performance, TRI, SAEB.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABAVE	Associação Brasileira de Avaliação Educacional
ACER	Conselho Australiano para a Pesquisa Educacional
CBC	Conteúdos Básicos Comuns
CCI	Curva Característica do Item
CITO	Dutch Institute for Educational Measurement
DAEB	Diretoria de Avaliação da Educação Básica
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
FEVALE	Fundação Educacional do Vale do Jequitinhonha
GAVE	Gabinete de Avaliação Educacional
GR	Grupo de Referência
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INAF	Indicador de Alfabetismo Funcional
INEE	Instituto Nacional para a Avaliação da Educação
INEP	Instituto de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
IPM	Instituto Paulo Montenegro
KOM	Kompetencer Og Matematiklæring
LLECE	Laboratório Latino Americano da Avaliação da Qualidade da Educação

NIER	National Institute for Educational Policy Research
NPM	Gerente Nacional do PISA
OBMEP	Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PDE	Plano de Desenvolvimento da Educação
PGB	Conselho Diretor do PISA
PIB	Produto Interno Bruto
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
PQM	Monitor de Qualidade do PISA
SABER	Sistema Nacional de Avaliação da Qualidade da Educação
SAEB	Sistema de Avaliação da Educação Básica
SEEMG	Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais
TCT	Teoria Clássica dos Testes
TRI	Teoria da Resposta ao Item
UFVJM	Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - COMPONENTES DO DOMÍNIO DA MATEMÁTICA	60
FIGURA 2 – A RELAÇÃO ENTRE ITENS E ESTUDANTES EM UMA ESCALA DE PROFICIÊNCIA.....	86
FIGURA 3 – ITEM DO PISA 2003 - CAMINHANDO	88
FIGURA 4 – ITEM DO PISA 2003 – CAMINHANDO – REDAÇÃO ORIGINAL	90
FIGURA 5 – INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS NA CURVA CARACTERÍSTICA DO ITEM	93
FIGURA 6 – ITENS DO PROJETO GERES.....	95
FIGURA 7 – ITEM 1	130
FIGURA 8 – ITEM 9	138
FIGURA 9 – ITEM 10	140
FIGURA 10 – ITEM 11	141
FIGURA 11 – ITEM 12	142
FIGURA 12 – ITEM 13	144
FIGURA 13 – ITEM 14	145
FIGURA 14 – ITEM 15	146
FIGURA 15 – ITEM 17	148
FIGURA 16 – ITEM DO SAEB	152
FIGURA 17 – ITEM DO PISA.....	153
GRÁFICO 1 – PROBABILIDADE DE SUCESSO PARA DOIS ATLETAS POR ALTURA DA BARRA (DADOS DICOTÔMICOS)	76
GRÁFICO 2 – PROBABILIDADE DE SUCESSO PARA DOIS ATLETAS POR ALTURA DA BARRA (DADOS CONTÍNUOS).....	77
GRÁFICO 3 – PROBABILIDADE DE UM ALUNO ACERTAR UM ITEM DE DIFICULDADE ZERO COMO FUNÇÃO DA SUA PROFICIÊNCIA.....	79
GRÁFICO 4 – PROBABILIDADE DE UM ALUNO ACERTAR UM ITEM EM FUNÇÃO DA SUA PROFICIÊNCIA NA ESCALA ORIGINAL	84
GRÁFICO 5 – PROBABILIDADE DE UM ALUNO ACERTAR UM ITEM EM FUNÇÃO DA SUA PROFICIÊNCIA NA ESCALA DO PISA	85
GRÁFICO 6 - EXEMPLO DE UMA CURVA CARACTERÍSTICA DO ITEM.....	91
GRÁFICO 7 – CURVAS CARACTERÍSTICAS DOS ITENS 1 E 2 DO PROJETO GERES	96
GRÁFICO 8: EVOLUÇÃO DO DESEMPENHO MÉDIO GLOBAL DO BRASIL E DA OCDE NO PISA	99
GRÁFICO 9: EVOLUÇÃO DO DESEMPENHO MÉDIO EM MATEMÁTICA DO BRASIL E DA OCDE NO PISA	100

GRÁFICO 10: VARIAÇÃO DA PROFICIÊNCIA MÉDIA EM MATEMÁTICA COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DE 2009 E 2000.....	103
GRÁFICO 11: PROFICIÊNCIA MÉDIA EM MATEMÁTICA NO PISA 2003.....	104
GRÁFICO 12: PORCENTAGEM DE ESTUDANTES POR NÍVEL DE PROFICIÊNCIA EM MATEMÁTICA NO PISA 2003.....	106
GRÁFICO 13 – CCI PARA OS ITENS 6 E 8.....	123
GRÁFICO 14 – CCI PARA O ITEM 1.....	124
GRÁFICO 15 – EVOLUÇÃO DO IDEB OBSERVADO VS METAS PARA O EF1	162
GRÁFICO 16 – EVOLUÇÃO DO IDEB OBSERVADO VS METAS PARA O EF2	163
GRÁFICO 17 – EVOLUÇÃO DO IDEB OBSERVADO VS METAS PARA O EM	163
GRÁFICO 18 – COMPARAÇÃO DO DESEMPENHO DO BRASIL NO PISA E NO IDEB – EF2	164

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - INAF BRASIL: EVOLUÇÃO DO INDICADOR DE ALFABETISMO (POPULAÇÃO DE 15 A 64 ANOS)	48
TABELA 2 - PROBABILIDADE DE UM ESTUDANTE ACERTAR O ITEM.....	80
TABELA 3 – PORCENTAGEM DE ESTUDANTES POR NÍVEL DE PROFICIÊNCIA EM MATEMÁTICA PISA 2003, 2006 E 2009.....	101
TABELA 4 – PONTOS FORTES E PONTOS FRACOS RELATIVOS DOS PAÍSES NAS DIFERENTES SUBÁREAS DA MATEMÁTICA AVALIADAS NO PISA 2003	108
TABELA 5 – PORCENTAGEM DE ESTUDANTES BRASILEIROS POR NÍVEL DE PROFICIÊNCIA E POR SUBÁREA DA MATEMÁTICA - PISA 2003.....	109
TABELA 6 – PROFICIÊNCIA MÉDIA DOS ALUNOS BRASILEIROS EM MATEMÁTICA E POR SUBÁREA DA MATEMÁTICA AVALIADA NO PISA.....	111
TABELA 7 – DISTRIBUIÇÃO DOS ÍTEMS PELAS COMPONENTES DO DOMÍNIO DA MATEMÁTICA NA AVALIAÇÃO DO PISA 2003	114
TABELA 8: DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ÍTEMS POR DOMÍNIO AVALIADO	115
TABELA 9 – ANÁLISE QUANTITATIVA DOS ÍTEMS DE INCERTEZA	122
TABELA 10 – ANÁLISE QUALITATIVA DOS ÍTEMS DE INCERTEZA	126
TABELA 11 - HABILIDADES E SÍNTESE DAS TAREFAS QUE OS ALUNOS BRASILEIROS FORAM CAPAZES DE RESOLVER NA SUBÁREA DE INCERTEZA – PISA 2003.....	154
TABELA 12 - HABILIDADES E SÍNTESE DAS TAREFAS POUCO CONSOLIDADAS PELOS ALUNOS BRASILEIROS NA SUBÁREA DE INCERTEZA – PISA 2003.....	155
TABELA 13 - HABILIDADES E SÍNTESE DAS TAREFAS NÃO CONSOLIDADAS PELOS ALUNOS BRASILEIROS NA SUBÁREA DE INCERTEZA – PISA 2003.....	156
TABELA 14 – IDEB DO BRASIL: RESULTADOS E METAS	162

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	15
1.1 INTRODUÇÃO	15
1.2 OBJETIVOS E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA	24
1.3 UM PANORAMA DAS AVALIAÇÕES SISTÊMICAS NO BRASIL E A MEDIDA DOS RESULTADOS EDUCACIONAIS	27
1.4 REVISÃO DA LITERATURA.....	34
2 REFERENCIAIS TEÓRICOS	42
2.1 SOBRE O CONCEITO DE LETRAMENTO	42
2.2 O PROGRAMA INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO DE ESTUDANTES – PISA.....	49
2.2.1 PROPOSTA, PERIODICIDADE, CONCEPÇÃO E IMPLANTAÇÃO	49
2.2.2 PLANO AMOSTRAL	51
2.2.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS UTILIZADOS	52
2.2.4 A PRODUÇÃO DO PISA E AS ESTRATÉGIAS UTILIZADAS PARA GARANTIR A COMPARABILIDADE INTERNACIONAL	54
2.2.5 O CUSTO DO PISA PARA O BRASIL.....	56
2.3 CONCEITOS DA AVALIAÇÃO DE MATEMÁTICA NO PISA.....	58
2.4 COMPONENTES DO DOMÍNIO DA MATEMÁTICA	59
2.4.1 OS PROCESSOS	62
2.4.1.1 O Projeto Dinamarquês KOM e a sua Relação com o PISA	62
2.4.2 O CONTEÚDO	67
2.4.2.1 Os PCN, o SAEB, o CBC e o Conteúdo da Matemática Avaliada no PISA...	69
3 A MEDIDA DA COMPETÊNCIA MATEMÁTICA.....	73
3.1 INTRODUÇÃO	73
3.2 O MODELO RASCH PARA ITENS DICOTÔMICOS	75
3.3 A ESCALA DE PROFICIÊNCIA	82
3.4 O MODELO LOGÍSTICO DE TRÊS PARÂMETROS (ML3).....	90
4 A PROFICIÊNCIA EM MATEMÁTICA NO PISA	97
4.1 OS PAÍSES PARTICIPANTES	97
4.2 A AMOSTRA BRASILEIRA NAS DIFERENTES EDIÇÕES DO PISA.....	98
4.3 O BRASIL NO CENÁRIO INTERNACIONAL NAS DIFERENTES EDIÇÕES DO PISA	98
4.4 A PROFICIÊNCIA EM MATEMÁTICA NO PISA 2003	103

4.4.1 A PROFICIÊNCIA POR SUBÁREA DA MATEMÁTICA AVALIADA NO PISA 2003	107
4.4.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DO PISA 2000 E 2003 POR SUBÁREA DA MATEMÁTICA	110
4.5 A AVALIAÇÃO DO PISA 2003	113
4.5.1 A AVALIAÇÃO DE MATEMÁTICA DO PISA 2003	113
5 RESULTADOS	115
5.1 OS ITENS DE MATEMÁTICA DO PISA 2003	119
5.1.1 ANÁLISE DOS ITENS DE INCERTEZA	121
5.2 ITEM DO PISA VS ITEM DO SAEB	151
5.3 HABILIDADES CONSOLIDADAS VS HABILIDADES NÃO CONSOLIDADAS PELOS ALUNOS BRASILEIROS.....	154
5.4 O IDEB E O PISA	158
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	167
6.1 O PISA, O SAEB E O DESEMPENHO EM MATEMÁTICA.....	167
6.2 O IMPACTO DO PISA NA AGENDA EDUCACIONAL BRASILEIRA.....	173
6.3 O DESEMPENHO EM INCERTEZA	178
6.4 PRINCIPAIS DESDOBRAMENTOS DESTA PESQUISA.....	179
REFERÊNCIAS	180
ANEXOS.....	186

1 INTRODUÇÃO E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

1.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, os últimos anos foram marcados por uma notável ampliação das vagas na Educação Básica e, finalmente, o direito ao acesso à escola pública no Ensino Fundamental foi garantido a todos os brasileiros. O direito à Educação Básica, que, por muito tempo, foi reduzido ao direito da matrícula em alguma instituição de ensino, passou a significar, conforme preleciona o artigo 205 da Constituição da República Federativa do Brasil, o direito ao aprendizado.

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988, art. 205).

Se, por um lado, o problema das vagas da Educação Básica no Ensino Fundamental em instituições públicas parece estar resolvido nos dias atuais, por outro, os problemas decorrentes dessa ampliação são inegáveis. A tão sonhada e esperada “igualdade de oportunidades educacionais” que garantiria a todos uma ascensão social, advinda de um discurso democratizador da escola, levava a crer nas possibilidades de sucesso escolar. Entretanto, a frustração, a descrença na escola, a desvalorização dos diplomas, a continuidade da exclusão e o baixo desempenho dos alunos se perpetuaram e foram vistos como consequências do processo de reprodução das desigualdades sociais da escola, conforme mostram estudos de educadores e sociólogos (BOURDIEU e PASSERON, 2009; NOGUEIRA e NOGUEIRA, 2009).

Partindo do pressuposto constitucional de que o direito à educação significa o direito ao aprendizado, há de se tomar e discutir uma medida desse aprendizado. É dever do Estado saber em que medida o direito do cidadão está sendo atendido, e é direito do cidadão ter acesso aos resultados das medidas educacionais. O ensino e a aprendizagem da Matemática têm sido considerados como grandes problemas que a educação para todos enfrenta. “Matemática é para poucos”, “Matemática não entra na minha cabeça”, “Eu não consigo aprender Matemática”, dentre outras, são frases

costumeiras pronunciadas pela população e, em especial, pelos alunos das escolas de Educação Básica.

Nos últimos anos, as iniciativas em avaliação educacional aumentaram significativamente. De modo especial, as avaliações educacionais em larga escala muito têm contribuído para revelar o desempenho de alunos em diversas partes do mundo. Essas avaliações organizam os conteúdos da Matemática em quatro subáreas ou blocos de conteúdos e usam, para tal, nomenclaturas ligeiramente diferentes para se referirem à mesma subárea da Matemática. O Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) utiliza a seguinte classificação para essa finalidade: Espaço e Forma, Mudanças e Relações, Quantidade e Incerteza. O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) nomeia as subáreas da Matemática por Espaço e Forma, Grandezas e Medidas, Números e Operações/Álgebra e Funções e Tratamento da Informação. Os Conteúdos Básicos Comuns (CBC) do estado de Minas Gerais organizam o conteúdo de Matemática do Ensino Fundamental do 6º ao 9º ano de acordo com quatro eixos temáticos: Números e Operações, Álgebra, Espaço e Forma e Tratamento de Dados.

As três primeiras subáreas são tradicionais no Ensino de Matemática, entretanto, a subárea de Incerteza – assim denominada pelo PISA, Tratamento da Informação segundo a nomenclatura do SAEB e Tratamento de Dados de acordo com o CBC – foi recentemente incorporada à estrutura curricular da disciplina de Matemática na Educação Básica do Brasil, com a publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Nessa perspectiva, a subárea de Incerteza/Tratamento da Informação/Tratamento de Dados se refere aos conteúdos de Estatística e Probabilidade abordados no currículo da Educação Básica. Em outra vertente, temos a Estatística como ciência, que se serve das ferramentas matemáticas e tem aplicação em várias áreas do conhecimento, sendo amplamente estudada nos cursos de graduação e pós-graduação. Nesta tese, usaremos a nomenclatura utilizada pelo PISA, qual seja, Incerteza, para nos referirmos aos conteúdos de Estatística e Probabilidade da Educação Básica.

O baixo desempenho dos alunos brasileiros em Matemática, tanto nas avaliações internacionais quanto em avaliações nacionais, tem ocorrido repetidamente e vem

gerando a necessidade de pesquisas em torno de uma melhoria para a compreensão desses índices de desempenho.

Em 2006, ocorreu no Brasil a criação da Associação Brasileira de Avaliação Educacional (ABAVE), objetivando reunir esforços para o desenvolvimento da pesquisa sobre a avaliação educacional no Brasil. Segundo Soares (2010), naquele momento, a Avaliação Educacional na Escola Básica ocupava espaços cada vez maiores em discursos políticos e na mídia, cujo principal enfoque era os baixos desempenhos de alunos brasileiros em avaliações internacionais, nacionais, estaduais e municipais. Mas, apesar disso, a pesquisadora ressalta o pequeno número de investigações temáticas no campo da Educação Matemática brasileira que tomou a avaliação educacional na escola básica como objeto de pesquisa.

Minha experiência como docente, bem como minha formação e especial interesse pelos conceitos de Estatística e Probabilidade levaram-me a perceber a grande dificuldade dos meus alunos com a noção de “Incerteza” e a me perguntar se determinados conceitos e/ou habilidades matemáticas seriam mais difíceis de aprender que outros. Essa é uma das questões que se pretende analisar neste trabalho, com o objetivo de compreender melhor determinados resultados das avaliações em Matemática.

Os PCN de Matemática (BRASIL, 1998) justificam a importância e a relevância do ensino de Estatística e Probabilidade desde os anos iniciais da educação escolar. Minha experiência docente mostrou-me o quão baixo tem sido o desempenho em Incerteza dos alunos da Educação Básica com que tive contato, o que, aliás, me motivou a realizar a presente pesquisa.

Em particular, na região de Diamantina, observei a necessidade de investigar melhor o desempenho dos alunos em Matemática com a finalidade de averiguar o baixo desempenho em Probabilidade, como pode ser constatado pelas situações apresentadas a seguir.

A primeira situação é referente à minha experiência como coordenadora regional da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP). A partir de abril de 2006 até meados de 2009, fui coordenadora regional dessa olimpíada na região de Diamantina (região MG08). Na condição de coordenadora regional, também me

era atribuída a coordenação do comitê regional de correção de provas da segunda etapa¹ da OBMEP, da região MG08. Nesse mesmo período, também fui membro do comitê nacional de correção de provas dessa olimpíada. Nessas oportunidades, tive contato com milhares de provas dos alunos das escolas públicas (municipais, estaduais e federais), e o fraco desempenho desses alunos em questões que envolviam a noção de Probabilidade me chamou a atenção.

A OBMEP é uma olimpíada de Matemática para alunos das escolas públicas de Ensino Fundamental e do Ensino Médio. Para dela participarem, os alunos são classificados em três níveis, sendo o nível 3 formado pelos alunos do Ensino Médio. O estado de Minas Gerais foi dividido em oito regiões, sendo a região MG08 composta por 57 cidades no entorno de Diamantina. Nessa região, na segunda etapa da OBMEP 2008, 913 alunos do nível 3 resolveram uma questão, avaliada em 20,0 pontos, que exigia habilidades básicas relacionadas ao cálculo de probabilidades, que envolviam conceitos relacionados a eventos equiprováveis e independência de eventos. Essa questão² se encontra no Anexo I desta tese. Os alunos da região MG08 alcançaram, nessa questão, uma nota média de 2,81 pontos (desvio-padrão 2,31) e uma nota mediana igual a 2,0 pontos. Além de se chamar a atenção para essas estatísticas, observe-se que a nota máxima foi 13,0 pontos e aproximadamente 18% dos alunos tiraram zero na questão. Vale a pena ressaltar que o primeiro item dessa questão, como é possível ser observado no Anexo I, pode ser considerado imediato (o aluno conseguiria resolvê-lo de maneira intuitiva apenas observando na figura as possibilidades), o que torna preocupante um resultado como o que foi aferido.

A segunda situação, que me possibilitou observar o baixo desempenho dos alunos em Estatística e Probabilidade, surgiu da minha experiência como docente em uma Universidade Federal. A partir de 2006, comecei a lecionar no Departamento de Matemática e Estatística da UFVJM³ e a fazer parte da equipe de elaboração e correção das provas do vestibular.

¹ A prova da segunda etapa da OBMEP é uma prova aberta, composta por seis questões.

² Questão número 5 da prova do nível 3 da OBMEP 2008.

³ UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

Na prova da segunda etapa do vestibular seriado da UFVJM, realizada em meados de 2008, as questões de raciocínio probabilístico⁴, que se encontram nos Anexos II e III desta tese, apresentaram um índice de acerto de 21,5% e 21,2% respectivamente. Tais questões exigiam habilidades relacionadas ao cálculo de probabilidades, como o conceito de interseção de eventos, eventos complementares e independência de eventos. Esse resultado novamente chamou minha atenção e passei a me perguntar se o ensino de Probabilidade não estaria deficiente na região de Diamantina e também em outras regiões do Brasil. De modo geral, o desempenho dos alunos dessa região parecia ser mais fraco em questões que abordavam conteúdos da subárea de Incerteza do que naquelas que exigiam habilidades relacionadas às outras subáreas da Matemática. Esses são dados da minha experiência que apontaram o baixo desempenho dos alunos em Matemática, especialmente em questões que envolvem noções básicas de Incerteza. Esses dados me levaram a indagar se as habilidades dessa subárea estariam sendo ensinadas nesta região. Também passei a me perguntar como essas habilidades estariam sendo focalizadas. A impressão que eu tinha era que elas, ainda que estivessem sendo trabalhadas na sala de aula, eram muito pouco exploradas e conseqüentemente pouco compreendidas.

Essas experiências despertaram-me para a necessidade de mudança desse cenário educacional e, tendo oportunidade de fazer um doutorado em educação, escrevi o projeto intitulado “Probabilidade: o Currículo, o Ensino e a Proficiência dos Alunos”, como parte integrante do processo seletivo do doutorado da FAE, com entrada no segundo semestre de 2009. Aprovada na seleção, a minha pesquisa, até então, seria voltada exclusivamente para o ensino de Probabilidade e teria como fonte de dados os resultados dos alunos no vestibular da UFVJM.

O ingresso no doutorado me colocou diante de outras provocações, e, ao me deparar com os baixos desempenhos dos alunos brasileiros em Matemática em diferentes avaliações sistêmicas que passei a investigar, a minha pergunta, que até então se restringia ao universo da região de Diamantina, se estendeu focalizando um novo universo. Assim, ao reformular o projeto de doutorado, ampliei o universo da pesquisa, para o dos alunos brasileiros no PISA. O projeto reformulado passou a

⁴ Questões 49 e 50 do SASI/2008.

ser intitulado: “Interpretação Pedagógica do Desempenho dos Alunos Brasileiros na Dimensão de Incerteza da Competência Matemática”.

Em março de 2012, fui selecionada pelo Conselho Australiano para a Pesquisa Educacional (ACER), para ser a Monitora de Qualidade (PQM) do PISA no Brasil. O trabalho do PQM consiste em observar e conferir se todo o processo de aplicação do PISA está acontecendo de acordo com os parâmetros internacionais. Após visitar todas as escolas escolhidas para receberem a visita do monitor de qualidade, ele faz um relatório sobre cada escola, apresentando dados sobre a aplicação do teste, o questionário respondido pelo aplicador do teste e a entrevista com o responsável pelo PISA na escola. O conjunto de relatórios de todas as escolas que receberam a visita do PQM é enviado à Austrália, para que o consórcio internacional tenha conhecimento de como aconteceu a aplicação do PISA em cada país.

Essa foi a experiência mais importante que tive durante o processo de pesquisa em que eu estava inserida e que me possibilitou ter uma vivência do PISA, ampliando o meu olhar a respeito dessa avaliação. Assim, passei a enxergá-la e compreendê-la de outro lugar, diferente do que eu ocupava antes, enquanto estava somente na condição de pesquisadora. A fim de me preparar para o exercício dessa função, o ACER me enviou um material de treinamento, bem como os manuais dos coordenadores e aplicadores do teste, para que eu tivesse o conhecimento da logística da aplicação dessa grande avaliação educacional. Quando eu tinha dúvidas a respeito desse treinamento específico para o PQM, entrava em contato diretamente com o ACER, via *email*. Paralelamente, participei de reuniões no Instituto de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), com o gerente nacional do PISA, para me inteirar da sua aplicação no Brasil. Como parte desse processo de treinamento para assumir a função de PQM do Brasil em 2012, o ACER solicitou a minha participação no treinamento nacional de aplicadores do PISA 2012, que aconteceu em Juiz de Fora. Assim se consolidou a minha atuação como PQM do Brasil no PISA em 2012, um momento único que me revelou a seriedade, o compromisso e a organização dessa avaliação em nível mundial.

Quanto mais me debruçava nos relatórios do PISA e expandia o meu conhecimento a respeito dessa avaliação, novas inquietações surgiam e passou a pairar a seguinte dúvida: Será que devo focar apenas no desempenho em Incerteza? Não seria mais

interessante e até mesmo oportuno – já que tenho a possibilidade de trabalhar com o desempenho em Matemática de maneira mais profunda utilizando o PISA – comparar o desempenho nas quatro subáreas da Matemática? Depois de muitas idas e vindas, cheguei à conclusão de que a última opção, apesar de mais árdua, me realizaria muito mais.

Minha experiência como professora da Educação Básica, como professora universitária, coordenadora do curso de Matemática da FEVALE⁵, coordenadora da OBMEP, membro da equipe de elaboração e correção de provas do vestibular da UFVJM, tudo isso adicionado à minha formação acadêmica⁶ levou-me ao desejo de expandir o meu questionamento para a Matemática de uma forma geral e a pesquisar as suas diferentes subáreas sem focar em apenas uma.

Apostando na realização desse desejo, apresentei para o meu exame de qualificação a proposta de uma pesquisa intitulada: “A Competência Matemática dos Alunos Brasileiros no PISA”, cuja operacionalização dependia do acesso aos itens que compuseram a prova do PISA em 2003.

Terminada a minha atuação como PQM, era chegada a hora de acessar os itens do PISA 2003 para realizar as análises não só das habilidades exigidas na solução dos mesmos como também do desempenho dos alunos brasileiros, para cada uma das subáreas da Matemática. Naturalmente, o contato que tive diretamente com o consórcio internacional e com o INEP durante a aplicação do PISA 2012 me auxiliou a conseguir a autorização para trabalhar com os itens sigilosos do PISA. Entretanto, para a viabilização desse acesso tive que formalizar um pedido ao gerente nacional do PISA no Brasil e à Diretoria de Avaliação da Educação Básica. Tal acesso me foi concedido pelo INEP, mas com algumas limitações: a referida pesquisa deveria ser realizada nas instalações do INEP e todas as minhas anotações seriam revisadas pelo gerente nacional do PISA. Além disso, em nenhuma hipótese os cadernos de prova poderiam sair do instituto e nenhum item sigiloso poderia ser divulgado. Apenas as habilidades requeridas na sua solução poderiam ser analisadas e publicadas.

⁵ Fundação Educacional do Vale do Jequitinhonha.

⁶ Licenciatura Plena em Matemática e Mestrado em Estatística.

A exigência de ter que investigar todos os itens no INEP foi uma grande limitação que tive nesta pesquisa, pois o tipo de análise a ser realizada levaria muito tempo. Além disso, a universidade onde leciono em Diamantina não me concedeu licença até o final do doutorado, exigindo que eu voltasse para a sala de aula, o que dificultou ainda mais a elaboração da minha pesquisa. Por essas razões, tive que rever o meu desejo de investigar as diferentes subáreas da Matemática, como consta no meu exame de qualificação, e fazer a opção por uma delas. Naturalmente, depois de percorrer todo o processo iniciado em Diamantina, fiz a opção de aprofundar a minha pesquisa na subárea da Incerteza.

Assim se consolidaram as principais questões desta tese: *Como compreender o desempenho dos alunos brasileiros através de habilidades e competências consolidadas em Incerteza? Como o aprofundamento dessa compreensão pode subsidiar a discussão sobre a melhoria do desempenho dos alunos brasileiros em Matemática?*

Depois de percorrer essa trajetória, apresento a minha tese intitulada: “A PROFICIÊNCIA MATEMÁTICA DOS ALUNOS BRASILEIROS NO PISA 2003: Uma Análise dos Itens de Incerteza.” A relevância de focar nessa subárea da Matemática é considerada por Lopes (2008), que propõe uma discussão acerca da inserção da estatística e da probabilidade no currículo de Matemática desde a Educação Básica e as relações e/ou implicações destes com a formação dos professores desse nível de ensino. Essa pesquisadora aponta que, assim como os conceitos matemáticos, os estatísticos também devem estar inseridos no cotidiano do aluno e, dessa maneira, as atividades estatísticas devem partir sempre de uma problematização.

Atualmente, as propostas curriculares de Matemática, em todo mundo, dedicam atenção especial a esses temas e enfatizam a importância dos mesmos nas análises de índices de custo de vida, na leitura de noticiários e no acesso à informação, na realização de sondagens e tomada de decisões em situações do dia a dia de todo cidadão. Além disso, o domínio da estatística e da probabilidade proporciona ao aluno uma base mais sólida para estudos futuros, especialmente na atuação de algumas áreas científicas, onde a estatística é ferramenta indispensável. O conhecimento da probabilidade de ocorrência de acontecimentos e a capacidade de

estimar tais probabilidades permitem ao cidadão um maior poder de decisão e previsão, imprescindíveis nos dias de hoje (LOPES, 2008).

Os estudos desses assuntos muito contribuem para a formação do aluno, ao desenvolver a sua capacidade crítica e a sua autonomia para o exercício de sua cidadania, ampliando as suas possibilidades de êxito na vida profissional e pessoal. Isso não significa que o conhecimento desses temas seja suficiente, mas, sem dúvida, isso é tão importante no currículo de Matemática da Educação Básica como é o estudo de Aritmética, Álgebra e Geometria, que já foram e ainda são discutidos e trabalhados com maior ênfase na Educação Básica. Não é possível esperar que nosso aluno chegue ao Ensino Médio para o iniciarmos nos conteúdos essenciais para o desenvolvimento de sua visão de mundo (LOPES, 2008).

O trabalho com esse tema se mostra relevante ao possibilitar analisar e compreender como os alunos brasileiros estão preparados para lidarem com questões de Incerteza que, conforme anteriormente discutido, está tão presente no seu cotidiano.

Para justificar a escolha do PISA como a avaliação educacional apropriada para ser o pano de fundo desta tese, levantamos algumas razões que mostram a importância da participação brasileira nessa avaliação e, conseqüentemente, da utilização dos dados do PISA com a finalidade de melhor compreendermos o nosso sistema educacional, especialmente no que se refere à Matemática.

Muitos são os motivos que justificam a participação do Brasil no PISA. Primeiramente, ela nos possibilita uma oportunidade ímpar de conhecer as experiências internacionais existentes na área de avaliação educacional e de promover a apropriação de conhecimentos e metodologias utilizados nessa área. Também permite uma comparação do desempenho do aluno e do ambiente de aprendizagem de diferentes países participantes. Em segundo lugar, a participação do Brasil nesse programa nos oportuniza buscar um retorno sobre a Educação Nacional que não seja apenas baseado nas avaliações nacionais realizadas pelos governos central e local, fornecendo-nos parâmetros externos para verificar o desempenho educacional dos alunos brasileiros. Ademais, a participação brasileira nesse programa também nos possibilita identificar, no que diz respeito ao ensino das

áreas cognitivas avaliadas, os nossos pontos fortes e fracos diante do cenário internacional, bem como os de outros países, além de subsidiar o aprimoramento e a implementação de políticas públicas educacionais. Além das razões supracitadas, comparando os resultados das avaliações brasileiras – como a Prova Brasil e o SAEB – com essa avaliação internacional, podemos traçar metas de melhoria da qualidade da Educação Básica, visando atingir níveis mais elevados de ensino, como tem sido feito através do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB). O PISA promove, também, a participação de especialistas de cada país participante em fóruns internacionais de discussão (SOARES, 2010), o que se configura como uma oportunidade muito enriquecedora para os especialistas da área de Educação do Brasil.

Além de todas essas observações que fizemos a respeito da importância da participação brasileira no PISA, para a nossa pesquisa, de modo particular, os dados dessa avaliação são de extrema importância. Como a nossa principal questão de pesquisa gira em torno da compreensão do desempenho dos alunos brasileiros em Incerteza, que se constitui uma subárea da Matemática, precisávamos de uma avaliação que aferisse esse desempenho separadamente. As avaliações nacionais não disponibilizam essa informação e, portanto, não nos possibilitariam aprofundar a nossa compreensão a respeito das habilidades que foram ou não consolidadas pelos alunos brasileiros em Incerteza.

1.2 OBJETIVOS E PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Conforme será apresentado na próxima seção, poucos estudos abordam esse tema com o objetivo de compreender o desempenho em Matemática dos alunos brasileiros. Esse tipo de investigação é ainda mais raro quando se pretende analisar o desempenho em Incerteza dos alunos brasileiros no PISA. Este é exatamente um dos objetivos principais deste trabalho e também um dos aspectos que o tornam singular.

Na introdução, foram apresentadas duas questões principais de pesquisa, sendo que a discussão da primeira delas é o que nos vai dar subsídios para o desenvolvimento da segunda. Desse modo, a questão central é, portanto,

aprofundar a compreensão sobre a competência matemática dos alunos brasileiros no PISA. Para desenvolver essa questão, alguns objetivos mais específicos devem ser perseguidos:

- a. Verificar as competências e habilidades que já foram e as que ainda deverão ser consolidadas pelos alunos brasileiros em Incerteza, segundo os resultados do PISA 2003.
- b. Compreender a avaliação de Matemática do PISA e estabelecer as principais semelhanças e diferenças entre ela e o SAEB, bem como o conteúdo priorizado em cada uma delas e no CBC de Minas Gerais.
- c. Refletir sobre os resultados dos alunos brasileiros em Matemática, especialmente na subárea de Incerteza, avaliada no PISA 2003.

Para atingir esses objetivos principais, consideramos imprescindível:

- a. Analisar o desempenho global em Matemática dos alunos brasileiros no cenário internacional ao longo das diferentes edições do PISA. Para tal, utilizaremos, como medida do desempenho, a proficiência desses estudantes em conhecimentos de Matemática obtida no PISA em comparação com os de outros países participantes desse programa.
- b. Analisar o desempenho por subárea da Matemática dos alunos brasileiros no cenário internacional. A análise desse item será realizada de maneira análoga à do item anterior, considerando a proficiência dos estudantes nas seguintes subáreas da Matemática, aferida através do PISA 2003: Mudanças e Relações, Espaço e Forma, Quantidade e Incerteza.
- c. Fazer uma análise quali-quantitativa dos itens de Incerteza que compuseram a prova de Matemática do PISA 2003.

Como mencionado, foi nossa pretensão realizar uma investigação aprofundada do desempenho em Matemática dos alunos brasileiros no PISA. Para realizar esta pesquisa, o ciclo de avaliação do PISA em 2003 foi o mais importante. Esse aspecto será melhor detalhado posteriormente. Com essa investigação, fizemos um estudo-diagnóstico e um estudo comparativo do desempenho em Matemática dos alunos

brasileiros nessa avaliação, objetivando compreender melhor os pontos mais frágeis relacionados a esse desempenho dos alunos brasileiros, especialmente na subárea de Incerteza.

Com vista à concretização dos objetivos referidos, pareceu-nos mais adequado optar por uma abordagem quali-quantitativa. A análise desenvolvida foi baseada nos referenciais teóricos e nas bases de dados do PISA, especialmente na edição de 2003. A partir do PISA 2006, a amostra brasileira foi planejada vislumbrando a estratificação por unidade da Federação. Entretanto, como o principal ciclo do PISA investigado nesta tese foi o de 2003, não tivemos a possibilidade de analisar o desempenho em Matemática dos alunos por unidade da Federação, o que se configurou uma limitação dessa pesquisa devido à falta de dados para realizá-la. Descreveremos, agora, o modo como o estudo foi conduzido e as razões pelas quais determinados métodos e instrumentos foram utilizados.

A primeira etapa desta pesquisa consistiu em fazer uma revisão detalhada dos referenciais teóricos do PISA, com o intuito de entender melhor não apenas a competência matemática bem como a medida dessa competência segundo tal avaliação, que utiliza a Teoria da Resposta ao Item – TRI, para estimar a proficiência dos alunos.

Na segunda etapa, foi feita uma análise quantitativa do desempenho global em Matemática dos alunos brasileiros em todas as edições do PISA e do desempenho desses alunos nas diferentes subáreas da Matemática, utilizando a base de dados do PISA 2003. Isso nos possibilitou situar o desempenho dos alunos brasileiros no cenário internacional e perceber ênfases curriculares diferenciadas entre os países participantes deste estudo.

A terceira etapa deste trabalho se encarregou de analisar o desempenho em Matemática dos alunos brasileiros, especialmente em Incerteza, de maneira mais minuciosa, investigando os itens que compuseram a prova de 2003, considerando os seus aspectos qualitativos e quantitativos. Para isso, com base no relatório técnico do PISA 2003 (OCDE, 2005) e no trabalho de Rodrigues (2006), elaboramos um instrumento de pesquisa, denominado “ficha de observação do item”, que foi utilizado nesta tese para analisar todos os itens de Incerteza que compuseram a

prova de Matemática do PISA 2003, que se encontra no Anexo IV. Essa etapa da pesquisa foi realizada dentro do INEP.

Finalmente, a última etapa deste trabalho tratou de construir “uma radiografia” da prova de Matemática do PISA 2003, usando uma metodologia quali-quantitativa, que nos permitiu verificar as habilidades que já foram ou não consolidadas pelos alunos brasileiros em Incerteza, segundo o PISA 2003, e como essas habilidades se relacionam com as do SAEB/Prova Brasil e do CBC de Minas Gerais. Para que essa análise fosse possível, recorremos à escala de proficiência em Incerteza do PISA, à matriz de referência do SAEB e ao CBC de Minas Gerais. Esses documentos se encontram nos Anexos V, VI e VII.

Além dessas análises, também discutimos a relação entre o PISA e o IDEB e o impacto da avaliação internacional na agenda educacional do Brasil.

1.3 UM PANORAMA DAS AVALIAÇÕES SISTÊMICAS NO BRASIL E A MEDIDA DOS RESULTADOS EDUCACIONAIS

Especialmente nas duas últimas décadas, tem havido, por parte do poder público, um significativo investimento nos processos de avaliação do sistema educacional brasileiro. Isso vem permitindo ao Brasil produzir um retrato de si mesmo que, ao mesmo tempo em que revela um país com contradições proporcionais à sua extensão territorial, torna concretos os desafios que ele precisa enfrentar para alcançar a autonomia, que só uma nação desenvolvida política, econômica e socialmente – sendo todos esses eixos perpassados pela educação – pode alcançar.

Dentre as políticas de avaliação implementadas pelo sistema público brasileiro, destacam-se a Prova Brasil, o SAEB, o IDEB e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

A primeira iniciativa adotada, desde o início da década de 1990, foi instituir o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica. O SAEB vem ocorrendo de forma sistemática desde 1995 como uma avaliação amostral de âmbito nacional que

visa dar a conhecer o sistema educacional brasileiro. Tal avaliação é feita através de um exame bienal de proficiência, dos alunos de 5º e 9º ano do Ensino Fundamental e da 3ª Série do Ensino Médio das escolas públicas e privadas, localizadas na área rural e urbana do país. Por se tratar de uma avaliação amostral, o SAEB oferece resultados médios de desempenho apenas para o Brasil, para as regiões e unidades da Federação. Esses resultados médios de desempenho se configuram como estatísticas educacionais importantes para aferir a proficiência dos alunos em Língua Portuguesa e Matemática e são obtidos através da avaliação realizada pelos alunos nessas duas áreas do conhecimento.

Posteriormente, evidenciou-se a necessidade de se apreender e analisar melhor a diversidade e especificidades das escolas brasileiras. Em razão disso, foi criada, em 2005, a Prova Brasil, que se mostra como uma avaliação quase censitária, pois devem realizar a prova *todos* os estudantes do 5º e 9º ano do Ensino Fundamental de *todas* as escolas públicas urbanas e rurais do país, que tenham pelo menos 20 alunos matriculados na série avaliada (BRASIL, 2009).

Dessa maneira, atualmente o Sistema de Avaliação da Educação Básica no Brasil é composto por dois exames complementares: o SAEB e a Prova Brasil. Esses exames são desenvolvidos pelo INEP com o principal objetivo de conhecer a qualidade do ensino brasileiro.

Tanto o SAEB quanto a Prova Brasil utilizam dois instrumentos de coleta de dados: os instrumentos cognitivos e os instrumentos contextuais. Os instrumentos contextuais são questionários sobre aspectos sociais, culturais, vida escolar e socioeconômicos, sendo aplicados a alunos, professores de Língua Portuguesa e Matemática dos anos de ensino avaliados e a diretores das escolas. Os instrumentos cognitivos são provas de Língua Portuguesa (foco em leitura) e Matemática (foco na resolução de problemas), que avaliam habilidades desenvolvidas e estimam níveis de desempenho dos alunos. No caso da Prova Brasil, o resultado amplia a gama de informações que podem subsidiar a adoção de medidas para superar as deficiências detectadas em cada escola avaliada.

O diferencial da Prova Brasil em relação ao SAEB é que a mesma calcula as médias de desempenho para cada um dos municípios e escolas participantes. Além desses

resultados referentes às médias de desempenho, esse exame disponibiliza para cada escola participante os números de participação, os indicadores de rendimento escolar, o número de docentes com curso superior e o percentual de alunos com distorção idade-série.

Esses resultados são importantes na medida em que eles contribuem para que as escolas possam dimensionar os seus problemas em relação a esses dados, que são essenciais e que interferem no desempenho dos seus alunos. Os resultados de desempenho por escola são igualmente importantes e podem ser usados de várias maneiras. Por exemplo, a escola pode comparar o seu resultado médio ao da sua cidade, do seu estado e do país para verificar como está o desempenho dos seus alunos em relação aos outros. Porém, essa comparação não pode prescindir de uma análise que leve em conta se esse resultado médio não foi obtido de maneira pouco equitativa. Isso requer a observação de que, por exemplo, pode ter ocorrido uma situação em que alguns poucos alunos tiveram notas muito altas enquanto muitos tiveram notas baixas.

Entretanto, mais importante do que essa comparação é a informação pedagógica que a escola pode obter identificando os itens que são públicos e foram acertados pelos seus alunos. Essa identificação pode ser feita através da relação a ser estabelecida com a proficiência média alcançada pela escola e a alocação dessa nota na escala de proficiência. Nessa mesma escala, estão posicionados os itens e as respectivas habilidades cognitivas exigidas na sua solução. Assim, a escola pode refletir sobre as suas fragilidades no ensino e buscar estratégias para desenvolver as habilidades que ela mesma detectou e que não foram consolidadas pelos seus alunos. Contudo, apesar das informações relevantes que as escolas podem extrair da análise dos resultados da Prova Brasil, acreditamos que será necessário um maior envolvimento do governo com a comunidade escolar para que ela seja capaz de se apropriar desse conhecimento. A maneira de comunicar os resultados dessa avaliação, por parte do governo, ainda não tem possibilitado à comunidade escolar a assimilação das análises e a mudança necessária no cotidiano escolar.

A partir das informações do SAEB e da Prova Brasil, o MEC e as secretarias estaduais e municipais de educação podem definir ações voltadas ao aprimoramento da qualidade da educação no país e à redução das desigualdades

existentes, promovendo, por exemplo, a correção de distorções e debilidades identificadas e direcionando seus recursos técnicos e financeiros para áreas identificadas como prioritárias.

Até o final da década de 90, as avaliações sistêmicas se restringiam apenas a etapas pontuais do processo de escolarização, focando o final de cada etapa. O aprendizado acumulado ao longo dos onze anos de escolarização, era ‘avaliado’ pelos exames vestibulares, e as escolas tinham sua preferência estabelecida de acordo com o número de estudantes que conseguiam uma vaga na universidade A, B ou C⁷. Em 1998, foi criado o ENEM, exame aplicado anualmente, com o objetivo de ser uma avaliação para os concluintes do Ensino Médio.

Quando da sua criação, o ENEM era um exame voluntário, que permitia aos participantes comparar seu desempenho em relação ao grupo de participantes daquela edição e às escolas, ter um *feedback* da proposta de ensino por elas desenvolvidas. Porém, muitas instituições de ensino superior passaram a utilizá-lo total ou parcialmente como critério para ingresso em seus cursos. A partir de 2005, o governo federal instituiu os resultados do ENEM como fator para concessão de bolsas no âmbito do programa universidade para todos, o ProUni. Assim, essa avaliação evoluiu de exame voluntário, com a intenção de contribuir para uma autoavaliação, para um instrumento de seleção, constituindo-se em um sistema diagnóstico que tem suscitado debates em torno do seu aperfeiçoamento e também tem gerado uma mobilização das redes de ensino, tanto públicas quanto particulares, na busca por um melhor desempenho. Como, atualmente, grande parte das universidades públicas do país utilizam os resultados dessa avaliação como critério para ingresso em seus cursos, ter um bom aproveitamento no ENEM pode significar o acesso a uma vaga em uma universidade pública ou a uma vaga em uma universidade particular, com financiamento público, parcial ou mesmo total.

Em 2007, o Governo Federal lançou o Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), objetivando melhorar a educação oferecida às crianças, aos jovens e adultos brasileiros. A fim de efetivar o PDE, foi criado o Plano de Metas, estabelecendo um

⁷ Os cursos das universidades públicas brasileiras sempre foram muito concorridos e, geralmente, dentre os fatores de adequação dos currículos das escolas de Ensino Médio, além das diretrizes estabelecidas pelos órgãos oficiais, estão os programas do vestibular das grandes universidades públicas.

conjunto de diretrizes para que a União, os estados e os municípios possam superar a desigualdade de oportunidade educacional existente no Brasil. O plano considera que todo brasileiro tem o direito ao acesso a uma educação de qualidade, que lhe possibilite exercer a sua cidadania.

O PDE sistematiza diversas ações e se organiza em torno de quatro eixos: Educação Básica, Educação Superior, Educação Profissional e Alfabetização. Em relação à Educação Básica, comprova-se que as suas metas contribuem de maneira significativa para que as secretarias de educação e as escolas possam identificar fragilidades e viabilizar uma melhoria na qualidade da educação oferecida aos seus alunos. Para identificar as redes de ensino e as escolas mais frágeis, o PDE dispõe do IDEB, que pretende ser o “termômetro da qualidade da Educação Básica em todos os estados, municípios e escolas no Brasil” (BRASIL, 2009).

Através do IDEB, é possível acompanhar as metas intermediárias fixadas no PDE e verificar se elas estão sendo alcançadas. As metas intermediárias foram calculadas considerando a média nacional do IDEB, que o Brasil tem como meta até 2021, e, além disso, o fato de que cada sistema deve evoluir segundo pontos de partida distintos com o objetivo principal de reduzir a desigualdade na educação. O Brasil almeja alcançar, para o Ensino Fundamental I, a média nacional de 6,0 pontos em 2021 (média dos países membros da OCDE), observada atualmente por meio do PISA. A comparação internacional entre as proficiências observadas no PISA e no SAEB só foi possível devido a uma técnica de compatibilização da distribuição das proficiências estimadas nessas duas avaliações (BRASIL, 2011) e que será melhor explicada no Capítulo 5 desta tese.

Nos últimos anos, não só no Brasil como em todo o mundo, viveu-se uma grande expansão da avaliação dos sistemas educacionais e um grande interesse por eles. Na atualidade, todos os ministérios da educação dos países da América Latina criaram um instituto ou departamento de avaliação dos seus sistemas educativos (MURILLO, 2003). Além do SAEB no Brasil, do Sistema Nacional de Avaliação da Qualidade da Educação (SABER), criado em 1993 na Colômbia, e outras avaliações nacionais, surgiram também as avaliações internacionais em larga escala, como as

realizadas pelo Laboratório Latino Americano da Avaliação da Qualidade da Educação (LLECE)⁸ e o PISA.

Conforme apontamos em Nunes e Vieira (2011), os indicadores educacionais brasileiros foram sendo aprimorados e englobam outras dimensões na atualidade, buscando aliar ao desempenho escolar outros aspectos, como os socioculturais. Esses indicadores sugerem ações no sentido de se pensar “o quê” os estudantes vão estudar e “como” vão estudar. São, portanto, instrumentos importantes para a definição dos currículos escolares.

Há necessidade de se chamar a atenção para o fato de o Brasil não dispor de uma base curricular nacional. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais⁹, há maior ênfase nas orientações pedagógico-metodológicas do que nos conteúdos. Iniciativas estaduais no sentido do estabelecimento de currículos que especifiquem os conteúdos a serem ensinados nas escolas, como as de Minas Gerais, São Paulo e Tocantins, ainda são pontuais.

Os livros didáticos também têm um papel importante no estabelecimento de currículos no Brasil, e a maneira como a Matemática é apresentada nesse material influencia o seu ensino nas escolas brasileiras. Lopes e Coutinho (2009) destacam que muitos autores de livros didáticos, tanto para o Ensino Fundamental como para o Ensino Médio, têm abordado a Estatística enfocando exclusivamente a construção e leitura de tabelas e gráficos, sem provocar no aluno uma interpretação com o que de fato foi representado naquele gráfico em termos de variação em um conjunto de dados. Destacam, também, o aparecimento das medidas estatísticas como cálculos matemáticos isolados, descontextualizados e uma ausência de relação e interpretação dessas medidas. Afirmam que a abordagem da probabilidade tem sido limitada às situações de análise de possibilidades em contextos restritos, raramente associados ao cotidiano e muitas vezes com tratamento equivocado, refletindo uma visão determinista de mundo.

⁸ LLECE é a rede de sistemas de avaliação da qualidade da educação nos países da América Latina, coordenada pelo escritório regional de educação da UNESCO para a América Latina e o Caribe (OREALC/UNESCO Santiago).

⁹ Documento oficial que se constitui como um “referencial de qualidade para a educação no Ensino Fundamental e Médio em todo o País. Sua função é orientar e garantir a coerência dos investimentos no sistema educacional, socializando discussões, pesquisas e recomendações, subsidiando a participação de técnicos e professores brasileiros, principalmente daqueles que se encontram mais isolados, com menor contato com a produção pedagógica atual” (BRASIL, 1997, p.10).

Tanto nas avaliações em larga escala brasileiras como no PISA, a proficiência dos alunos é estimada via Teoria de Resposta ao Item. Ao se considerar o escore atribuído a cada aluno submetido a um determinado teste, os resultados das avaliações podem ser fundamentados em dois modelos: a Teoria Clássica dos Testes (TCT) (GULLIKSEN, 1950) e a TRI (HAMBLETON *et al.*, 1991).

A TCT é baseada na quantidade de questões certas em um conjunto de itens. Essa abordagem assume que todos os itens de um teste influenciam, da mesma maneira, a medida do desempenho. Por exemplo, em um teste de 10 itens, um aluno que acertou 8 itens é melhor avaliado do que um aluno que acertou 7 itens, independentemente de quais foram os itens acertados por cada um deles. No entanto, na prática, os itens avaliados podem contribuir de maneira diferente na construção da medida de desempenho, pois, sendo alguns mais informativos que outros, deveriam ter um peso maior na construção da medida do desempenho. Maiores detalhes da TRI serão discutidos no Capítulo 3.

Os testes em larga escala, como a Prova Brasil, SAEB, PISA, entre outros, são processos de avaliação muito diferentes daqueles utilizados por professores para avaliarem a aprendizagem dos seus alunos, em suas salas de aula, nas escolas. Essa distinção é importante para justificar a adoção de metodologias diferenciadas no que diz respeito à avaliação sistêmica e à avaliação da aprendizagem (ORTIGÃO, 2010). A avaliação sistêmica requer o uso de metodologias estatísticas razoavelmente novas, sofisticadas e ainda pouco conhecidas pelos professores que estão nas salas de aula do Ensino Básico. Esse tipo de avaliação já é bastante comum em outros países, se bem que ainda recente no Brasil, tendo se iniciado com a implantação do SAEB na década de 90. Ortigão (2010) afirma que são comuns, e muitas vezes infundadas e preconceituosas, as críticas às avaliações em larga escala. Afirma, também, que existem poucos grupos trabalhando com esse tipo de avaliação nas universidades, embora já esteja disponível uma literatura especializada.

É importante ressaltar que o objetivo deste trabalho não é aprofundar a discussão a respeito dos méritos ou não das avaliações sistêmicas, não obstante elas sejam o pano de fundo desta tese. O que pretendemos fazer é uma análise dos resultados de desempenho que tais avaliações geram e que, muito frequentemente, não são

debatidos e suficientemente compreendidos para serem utilizados em prol da melhora do ensino de Matemática.

1.4 REVISÃO DA LITERATURA

Muitos são os estudos que têm como principal objetivo analisar o desempenho dos alunos, em especial em Matemática. Esses estudos desenham um panorama dos fatores associados ao desempenho, das propostas curriculares e das habilidades dos alunos, alguns dos quais são referenciados a seguir.

Pesquisas empíricas realizadas por volta da década de 60, como o “Relatório Coleman” nos Estados Unidos, o “Relatório Plowden” na Inglaterra (BROOKE e SOARES, 2008) entre outros, mostraram que as desigualdades observadas no desempenho dos alunos eram mais bem-explicadas por fatores extra-escolares. Isso causou, num primeiro momento, a impressão de que a escola teria pouco impacto no desempenho dos alunos. Entretanto, a busca pelos fatores que pudessem diferenciar as escolas induziu uma série de pesquisas, muitas objetivando entender melhor os fatores determinantes do desempenho escolar dos alunos.

No entendimento de Soares (2004a),

os fatores que determinam o desempenho cognitivo pertencem a três grandes categorias: os associados à estrutura escolar, os associados à família e aqueles relacionados ao próprio aluno (p. 83). [...] São tantos os fatores escolares associados ao desempenho do aluno que nenhum deles é capaz de garantir, isoladamente, bons resultados escolares (p. 86).

Soares (2004b) discute a qualidade¹⁰ e a equidade¹¹ da educação básica brasileira, utilizando dados do SAEB 2001. Esse pesquisador apresenta resultados importantes acerca do desempenho dos alunos brasileiros em Matemática. Os resultados encontrados para os alunos das 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e do 3º ano do Ensino Médio evidenciam que o Ensino Médio agrega pouco, em termos cognitivos, a seus alunos. Esse estudo também compara os valores estimados da

¹⁰ A qualidade de um sistema educacional está relacionada à capacidade de ele promover altos índices de desempenho.

¹¹ A equidade de um sistema educacional está relacionada à redução da influência dos contextos socioeconômicos sobre a educação.

proficiência com os valores esperados para cada uma das três séries e conclui que, de modo geral, a proficiência dos alunos está muito aquém dos valores julgados adequados para cada série avaliada, evidenciando sérios problemas de qualidade no sistema educacional brasileiro, no que diz respeito ao desempenho em Matemática.

Uma análise mais detalhada do desempenho em Matemática no SAEB foi realizada com os dados dos alunos da 8ª série do ensino fundamental (SOARES, 2004b). Os resultados mostraram que existem diferenças nas proficiências dos alunos discriminados por sexo, região, cor e sistema de ensino, e que, em geral, os melhores resultados em Matemática são dos alunos do sexo masculino, de cor branca, das escolas particulares e das regiões Sul e Sudeste do Brasil. Esses resultados mostram, portanto, as desigualdades do sistema educacional brasileiro.

O desempenho escolar dos alunos está associado a uma grande diversidade de fatores, entre os quais as oportunidades que a família e a sociedade em geral lhes propiciam, antes e durante o processo de escolarização. Em um estudo similar, Soares e Collares (2006) analisam o impacto de diferentes fatores familiares associados ao melhor desempenho dos estudantes brasileiros em Matemática, reforçando a ideia de que os recursos familiares impactam a aprendizagem dos mesmos. Objetivando identificar evidências da existência de efeitos de cada um dos tipos de recursos familiares no desempenho dos alunos, esses autores utilizaram os dados dos estudantes da oitava série das escolas públicas, submetidos ao teste de Matemática do SAEB. Os resultados mostram que as famílias que possuem os maiores recursos econômicos também são, em geral, as que possuem os maiores recursos culturais. Em consonância com a teoria da reprodução de Pierre Bourdieu (BOURDIEU e PASSERON, 2009), esses resultados, comprovam que os alunos que possuem as melhores posições socioeconômicas também são os que obtêm os melhores desempenhos em Matemática. Esses estudantes, possuidores de maiores recursos econômicos, também teriam maior capital cultural e, assim, teriam maiores oportunidades de obter sucesso escolar. Em oposição, os alunos com atraso escolar são, em geral, provenientes de famílias com poucos recursos culturais, econômicos e sociais.

A desigualdade racial no sistema brasileiro também se mostra um fator importante influenciando o desempenho dos alunos. Soares e Alves (2003) realizaram um estudo com os dados do SAEB objetivando conhecer os sistemas de ensino em relação à sua capacidade de produzir a eficácia e equidade educacional em relação à diversidade de estratos raciais. Mesmo após o controle do nível socioeconômico, esses pesquisadores constataram que existem diferenças de desempenho entre os alunos de diferentes raças. A diferença entre brancos e negros se mostrou mais acentuada do que a diferença entre brancos e pardos, indicando que a equidade entre esses últimos é um cenário mais próximo do que a equidade entre alunos brancos e negros. Soares e Alves (2003) concluíram que é de grande importância a formulação e implementação de políticas públicas e escolares com a finalidade de reduzir o impacto do nível socioeconômico e da raça no desempenho dos alunos.

Em Nunes (2011), faço um estudo das desigualdades sociais *versus* desempenho em Matemática sob a ótica de Pierre Bourdieu, usando resultados de análises do desempenho realizadas com dados do SAEB e do PISA. Esse estudo evidencia que, se, por um lado, existe associação entre os fatores econômicos/culturais no desempenho, por outro, isso não é um componente estrutural de qualquer sociedade. Entretanto, no caso do Brasil, existem fortes evidências do impacto das origens sociais na atuação dos alunos em Matemática.

Outros autores, como Lahire (1995), questionam a possibilidade de se explicar o desempenho de um indivíduo específico por meio do estabelecimento de uma relação direta e necessária entre posição social de origem do aluno e o sucesso escolar. Uma investigação em escala individual, como a proposta por Lahire, permite revelar, no entanto, que, por trás da aparente uniformidade, há uma grande diversidade a ser investigada. Mesmo quando ocupam uma mesma posição na estrutura social, os indivíduos realizam, dentro do sistema de ensino, trajetórias únicas e recebem, portanto, um conjunto diferenciado de influências sociais que podem impactar o seu desempenho.

Bonamino *et al.* (2010), usando os dados do PISA 2000, analisaram os efeitos das diferentes formas de capital, bem como a sua mobilização no contexto familiar sobre o desempenho dos estudantes brasileiros em Leitura, visando investigar como arranjos estruturais diferenciados de capital econômico e social se relacionam com o

desempenho escolar. Dois achados sociologicamente importantes dessa pesquisa foram: a variável designada como diálogo familiar se mostrou um fator com grande poder explicativo do desempenho escolar, indicando, dessa maneira, a importância da mobilização da rede de apoio social familiar; o desempenho dos estudantes é diferente segundo os arranjos de capital econômico e social. Alunos oriundos de famílias possuidoras de alto capital econômico e baixo recurso familiar possuem desempenho médio abaixo da média geral ao passo que alunos oriundos de famílias possuidoras de baixo capital econômico e alto recurso familiar possuem um desempenho médio acima da média geral. Esses resultados mostram a importância da mobilização do capital social familiar para a vida e o desempenho escolar dos filhos.

A respeito das escolas eficazes, Luck (2010) afirma que o seu maior objetivo é a melhoria do desempenho dos seus alunos. A autora aponta que as escolas “de sucesso”, isto é, aquelas cujos alunos têm melhor desempenho acadêmico, são, em geral, as que se empenham em acompanhar as mudanças do mundo tecnológico e científico, atualizando seu currículo. Para explicar esse sucesso, associa-o aos seguintes fatores: liderança educacional, flexibilidade e autonomia, clima escolar, apoio da comunidade, processo ensino/aprendizagem, avaliação do desempenho acadêmico, supervisão de professores, materiais e textos de apoio pedagógico e espaço adequado.

Os resultados referentes ao desempenho dos alunos em avaliações internacionais têm mostrado grandes diferenças entre países e entre escolas do mesmo país (BRASIL, 2008). Gomes (2005) afirma que, além das origens sociais dos alunos, outras características condicionam a qualidade e o grau de democratização da escola. Aponta vários atributos influentes na constituição desse tipo de escola, entre os quais menciona o clima escolar. No modelo de Casassus (2002) *apud* Gomes (2005, p. 293),

a mais relevante variável explicativa do aproveitamento discente foi o clima favorável à aprendizagem, definido como situações em que os alunos se davam bem com os colegas, não havia brigas, o clima escolar era descrito como harmonioso e não havia interrupções das aulas.

As pesquisas nacionais também apontam o clima escolar associado ao desempenho dos alunos. Soares (2004a) afirma:

o ambiente na sala de aula está diretamente ligado aos resultados na aprendizagem dos alunos. A interação entre os professores cria oportunidades para o desenvolvimento de relações que podem ter enorme impacto institucional. O ideal é a escola constituir como uma comunidade em que haja o sentimento de unidade, em que se busque o consenso na solução de conflitos e amplas oportunidades para trocas intelectuais. (...) Embora se trate de uma idealização, evidências empíricas mostram que os resultados cognitivos dos alunos são melhores nas escolas que possuem essas estruturas, e mais importante, são as escolas com estas estruturas que conseguem diminuir as diferenças de desempenho entre os diferentes grupos de alunos. (p. 91)

Segundo Ortigão (2010), desde a década de 60, a pergunta acerca da responsabilização pelos baixos resultados dos estudantes tem sido feita nos discursos e imaginários educacionais e suas respostas buscam culpar, na maioria das vezes, o professor. Os resultados discutidos anteriormente, referentes a pesquisas mais atuais, permitem-nos redirecionar outras respostas à pergunta de responsabilização. Estamos de acordo com Brooke (2006), para quem tais resultados são de responsabilidade de todos. Portanto, todos (alunos, professores, gestores, familiares entre outros) precisamos assumir a co-responsabilização a fim de garantir que os alunos aprendam Matemática e, desse modo, melhorem os seus desempenhos.

Como apresentamos até o momento, dentro da área da Educação e numa perspectiva mais ampla, diversas pesquisas vêm sendo feitas tomando por base os dados fornecidos pelas avaliações sistêmicas. No entanto, assumindo uma perspectiva diferente daquela que será a nossa neste trabalho, essas pesquisas frequentemente abordam principalmente os fatores sociais, familiares e escolares que podem estar associados ao desempenho do aluno (SOARES *et al.*, 2001). Dentre esses fatores, os citados com maior frequência estão relacionados ao nível socioeconômico dos alunos.

Há, no entanto, escassez de estudos, principalmente com dados brasileiros, que abordem o desempenho do aluno levando em consideração aspectos relacionados com o próprio conteúdo matemático, considerando, por exemplo, diferentes subáreas da Matemática. Em nenhum momento se pretende passar ao leitor a ideia

de que não se consideram relevantes os fatores socioeconômicos e outros, bem como seus efeitos sobre o desempenho do aluno, em especial na aprendizagem de Matemática. O que se pretende e que também se considera importante é a avaliação do desempenho em Matemática, de modo que seja possível mergulhar dentro dessa grande área do conhecimento, dando a conhecer as habilidades que já foram consolidadas pelos alunos brasileiros em Incerteza, proporcionando uma reflexão em torno daquilo que, em nosso país, tem sido priorizado e/ou se tem conseguido ensinar aos alunos.

A respeito das produções brasileiras relacionadas à avaliação em Educação Matemática, Soares (2010) aponta que poucos foram os estudos nesse campo da Avaliação e, ainda, que a maior parte deles se concentrou no foco temático referente às concepções, à formação docente e prática avaliativa. A autora discute a classificação da “Distribuição dos Trabalhos por Foco Temático”, utilizada no referido trabalho, e menciona os estudos realizados no Paraná, sob a orientação da professora Regina Buriasco, que utilizam dados não apenas para verificar quantitativamente o que os alunos acertam ou erram, mas para apreciar de que natureza é a sua produção matemática. Dessa maneira, considera fundamental a diferença quantitativa e qualitativa entre as naturezas dos estudos, não por julgar uma ou outra mais importante, mas por constatar que a mídia divulga somente os resultados quantitativos desconsiderando a dupla face na análise dos resultados e o poder que uma tem de complementar a outra.

Assim, Soares (2010) cita a possibilidade de pesquisar os resultados da participação brasileira não apenas focando o resultado final do desempenho dos alunos no PISA e considera que, apesar dos esforços empreendidos pelos responsáveis pelo PISA no INEP, não tem sido possível evitar que somente esses resultados sejam amplamente divulgados, sem que seja feita a pergunta: Por que o Brasil participa da prova? Do seu ponto de vista, é hora de “aguçar o olhar naquilo que produzem os alunos, ao tentarem resolver os itens desse tipo de prova, bastante diferente dos que temos produzido, principalmente para avaliar alunos do Ensino Fundamental.” Afirma que os alunos brasileiros, embora tenham os piores resultados nas provas de Matemática, foram os que tiveram o mais alto índice de melhoria de desempenho. Destaca, ainda, que são poucas as investigações temáticas no campo da Educação

Matemática brasileira que tomaram a avaliação educacional na Escola Básica como objeto de pesquisa.

É importante que os professores sejam capazes de ler e compreender, a fim de conhecer o que está ou deveria estar sendo ensinado e como os alunos dão sentido ao que estão aprendendo. O referencial teórico do PISA para a Avaliação de Matemática informa as práticas dessa avaliação e contribui, de forma significativa, na elaboração das diretrizes brasileiras para os programas de avaliação nacional e/ou estadual do Ensino de Matemática, especialmente no caso do ENEM, cuja prova se aproxima mais do PISA (SOARES, 2010).

Apesar de o Brasil ter participado de todas as edições do PISA, ainda é tímida a produção de trabalhos que refletem sobre seus resultados. Dentre as publicações que tomam esse programa como objeto de reflexão, destacam-se as contribuições de Dickel (2010). A autora analisa 51 artigos publicados entre 2001 e 2009 em periódicos científicos, buscando apreender a percepção da produção acadêmica brasileira sobre o PISA. Dickel (2010) conclui que o PISA está consolidado como um aporte importante para a elaboração de objetos de estudo e como referência de análise. No entanto, constata que “poucas foram as produções encontradas que problematizam, com profundidade e rigor, o currículo que esse Programa, junto com outros sistemas de avaliação, põe na ordem do dia”.

Considerando a importância dos resultados das avaliações em larga escala como instrumentos adequados para compreender o currículo aprendido, Aguiar e Ortigão (2012) utilizaram os dados do PISA 2003 para comparar ênfases diferenciadas nos currículos de Matemática ensinados entre Brasil e Portugal. A partir de uma análise do Funcionamento Diferencial do Item (DIF), os resultados dessa pesquisa evidenciaram que alguns itens da subárea de Quantidade se mostraram mais fáceis aos alunos brasileiros, enquanto os itens da subárea de Mudanças e Relações eram mais fáceis para os alunos portugueses. A compreensão de tais resultados evidenciam a relevância e necessidade de trabalhos que ampliem o debate curricular no campo da Educação Matemática.

Lagarto *et al.* [s.d] buscam compreender os pontos fortes e as fragilidades do Ensino de Matemática em Portugal, através dos resultados dos alunos na subárea de

Mudanças e Relações, avaliada no PISA 2003. Esse estudo objetiva entender os resultados desses alunos à luz das competências matemáticas avaliadas pelo PISA, fazendo uma comparação com as competências do currículo nacional. Além disso, eles realizam uma análise dos itens divulgados dessa subárea da Matemática avaliada no PISA 2003, apresentando breves comentários sobre a solução do item, explorando a classificação dos itens segundo o modelo teórico do PISA e comparando os resultados dos alunos portugueses aos da OCDE.

Ortigão (2010) aponta o crescimento das iniciativas de avaliação em educação que tem ocorrido no Brasil nos últimos anos, chegando a constatar que vivemos “em tempos de avaliação”. E qual seria o significado dessas iniciativas para a literatura educacional? Segundo a autora, elas ressaltam a importância no avanço de aspectos metodológicos e institucionais, no monitoramento das políticas educacionais e na promoção de políticas de equidade. Em seu estudo, ela problematiza a apropriação dos resultados da avaliação em larga escala, partindo da crença de que o conhecimento dos processos constitutivos desse tipo de avaliação pode contribuir para o “empoderamento dos professores, de forma consciente e crítica, ampliando seus olhares sobre a sua escola”, embora os resultados analisados não sejam diretamente da sua sala de aula. No seu artigo, a autora cita uma grande pesquisa em periódicos da língua inglesa, realizada por Ross, Hogoboom-Gray e Mc Dougall (2002, *apud* Ortigão, 2010), pretendendo fazer uma revisão sobre os estudos empíricos que mostravam evidências dos efeitos da reforma do Ensino de Matemática sobre o desempenho dos alunos. Dentre as características mais importantes citadas nos artigos revisados, para um ensino que tem a pretensão de renovar-se, ela destaca a necessidade de “ampliação do campo de conteúdos matemáticos a serem ensinados”, apontando a necessidade de se enfatizar conteúdos menos ensinados e cita, como exemplo, o ensino de probabilidade, em vez de “focar exclusivamente em números e operações”.

2 REFERENCIAIS TEÓRICOS

Este capítulo apresenta os conceitos fundamentais que orientaram a elaboração dos itens da avaliação de Matemática do PISA 2003, especialmente o conceito de letramento. Um enfoque particular é dado para a base teórica da avaliação no domínio da Matemática do PISA 2003 (OCDE, 2003, OCDE, 2005a; GAVE, 2004a).

2.1 SOBRE O CONCEITO DE LETRAMENTO

Esta seção apresenta algumas referências relativas ao surgimento histórico do conceito de letramento e de outros conceitos a ele correlatos, no cenário internacional e, de modo especial, no Brasil. Esse conceito é particularmente importante neste trabalho porque o PISA se organiza para medir o “letramento”¹² em Leitura, Matemática e Ciências.

A inserção do indivíduo no mundo da escrita se dá por meio da aquisição de uma tecnologia – a que se chama *alfabetização* –, e por meio do desenvolvimento de competências (habilidades, conhecimentos, atitudes) de uso efetivo dessa tecnologia em práticas sociais que envolvem a língua escrita – a isso se chama *letramento* (SOARES, 2003b). Nessa concepção, uma pessoa “letrada” deve possuir competência e/ou habilidade para fazer uso da alfabetização. Macedo (2005) amplia essa discussão, relacionando competência e habilidade, da seguinte maneira:

A diferença entre competência e habilidade, em uma primeira aproximação, depende do recorte. Resolver problemas, por exemplo, é uma competência que supõe o domínio de várias habilidades. [...] Entretanto, se saímos do contexto de problema e consideramos a complexidade envolvida no desenvolvimento de cada uma dessas habilidades, podemos valorizá-las como competências que, por sua vez, requerem outras tantas habilidades. [...] Para dizer de outro modo, a competência é uma habilidade de ordem geral, enquanto a habilidade é uma competência de ordem particular, específica. (p. 71)

Aceitando a posição desse autor, consideraremos, neste texto, que a competência é constituída por muitas habilidades e utilizaremos as palavras habilidades e

¹² Literacy.

capacidades como sinônimas, ao nos referirmos ao talento de ser capaz de resolver um problema ou uma dada situação. Portanto, a partir deste momento, utilizaremos com frequência, neste texto, alguns conceitos que, embora parecidos, possuem funções diferentes no entendimento da análise dos dados que vamos apresentar nesta tese. Assim, consideramos oportuno enunciar cada um deles para facilitar a compreensão do uso que faremos de cada um nesta tese.

- Habilidade é o talento de ser capaz de resolver uma dada situação referindo-se especificamente ao plano objetivo do saber fazer.
- Competência é a capacidade de atuar de maneira eficaz para resolver um problema ou uma situação da vida real, apoiando-se em conhecimentos, mas não se limitando a eles. A competência é constituída por várias habilidades. Neste trabalho, tomaremos como referência o conceito de competência matemática do PISA, apresentado posteriormente.
- Teste é um conjunto de tarefas a serem realizadas pelo aluno e que exigem, para a sua solução, a competência que se deseja medir.
- Proficiência é a medida numérica da competência. Neste texto, usaremos a palavra desempenho como sinônimo de proficiência.

Interessa-nos agora fazer um pequeno resumo histórico do surgimento do conceito de letramento o que nos possibilitará entender a competência matemática avaliada pelo PISA.

Segundo Soares (2003a), em meados dos anos 1980 se deu, simultaneamente, “a invenção do *letramento* no Brasil, do *illettrisme*, na França, da *literacia*, em Portugal, para nomear fenômenos distintos daquele denominado *alfabetização*” (SOARES, 2003a). Na mesma época, nos Estados Unidos e na Inglaterra, a palavra *literacy*, embora dicionarizada anteriormente, tornou-se foco de atenção. Se, por um lado, há coincidência do momento histórico em que esse conceito surge com tamanha relevância em sociedades tão distintas, seja essa distinção entendida do ponto de vista cultural, social, econômico ou de localização geográfica, por outro, o contexto e as causas que ocasionaram tal imersão foram diferentes entre os países mais

desenvolvidos e em países em desenvolvimento. São palavras de Magda Soares (SOARES, 2003a):

Nos países desenvolvidos, ou do Primeiro Mundo, as práticas sociais de leitura e de escrita assumem a natureza de problema relevante no contexto da constatação de que a população, embora alfabetizada, não dominava as habilidades de leitura e de escrita necessárias para uma participação efetiva e competente nas práticas sociais e profissionais que envolvem a língua escrita. Assim, na França e nos Estados Unidos, para limitar a análise a esses dois países, os problemas de *illettrisme*, de *literacy/illiteracy* surgem de forma independente da questão da aprendizagem básica da escrita. (p. 6)

[...] No Brasil, porém, o movimento se deu, de certa forma, em direção contrária: o despertar para a importância e necessidade de habilidades para o uso competente da leitura e da escrita tem sua origem vinculada à aprendizagem inicial da escrita, desenvolvendo-se basicamente a partir de um questionamento do conceito de alfabetização. Assim, ao contrário do que ocorre em países do Primeiro Mundo, como exemplificado com França e Estados Unidos, em que a aprendizagem inicial da leitura e da escrita – a alfabetização, para usar a palavra brasileira – mantém sua especificidade no contexto das discussões sobre problemas de domínio de habilidades de uso da leitura e da escrita – problemas de letramento –, no Brasil os conceitos de alfabetização e letramento se mesclam, se superpõem, freqüentemente se confundem. Esse enraizamento do conceito de letramento no conceito de alfabetização pode ser detectado tomando-se para análise fontes como os censos demográficos, a mídia, a produção acadêmica. (p. 7)

Portanto, a preocupação com o conceito de letramento no Brasil ocorreu por caminhos diferentes daqueles que elucidam o surgimento do mesmo conceito em países considerados mais desenvolvidos. Nesses países, a discussão do termo letramento, claramente foi e é realizada de forma independente do termo alfabetização. Uma das possíveis explicações para esse fato é que esses países possuem uma população alfabetizada, pois já universalizaram a Educação Básica, o que ainda não é uma realidade do Brasil, onde, embora o acesso à Educação Básica tenha sido recentemente universalizado, ainda enfrentamos muitos problemas de repetência e abandono, que impedem a universalização desse nível de ensino.

De fato, o analfabetismo no Brasil é um problema histórico (BRASIL, 2000)

[...] em sua interessante obra História da Instrução Pública no Brasil (1500-1889), escrita em 1889, José Ricardo Pires de Almeida (2000) comenta o fato de que no Brasil Colônia “havia um grande número de negociantes ricos que não sabiam ler” (p. 37). Prova disso é que no

Império admitia-se o voto do analfabeto desde que, é claro, este possuísse bens e títulos. (p. 6)

Uma síntese dos dados sobre analfabetismo no Brasil, publicada pelo INEP em 2000, apresenta dados que ilustram nosso percurso e nos possibilitam fazer uma reflexão acerca desse fenômeno em nosso país no último século. Em 1886, o percentual da população escolarizada no Brasil não atingia 2%. A redução, no último século, do número de analfabetos no Brasil, na faixa de 15 anos ou mais, apresentou uma considerável mudança nesse índice. Em 1900, a taxa de analfabetismo no Brasil saiu de um patamar de 65,3% e chegou a 13,6% em 2000 (BRASIL, 2000).

Ainda que seja bastante importante observar os dois dados que sintetizam a redução do analfabetismo no século passado, o maior ganho associado a essa redução se deu a partir de 1980, ano em que foram constatadas duas quedas importantes: a da taxa do analfabetismo e a do número absoluto de analfabetos no país. O número absoluto de analfabetos no país é de grande importância na mobilização de recursos, já que é ele que dita os valores que deverão ser investidos no enfrentamento desse problema. Contudo, ainda em 2000, o Brasil se deparava com uma árdua tarefa de alfabetizar seus mais de 16 milhões de analfabetos. Além disso, enquanto o conceito usado pelo IBGE¹³ nas suas estatísticas considera alfabetizada a “pessoa capaz de ler e escrever pelo menos um bilhete simples no idioma que conhece” (BRASIL, 2000), é cada vez mais utilizado, na atualidade, o conceito de analfabeto funcional, que incluiria todas as pessoas com menos de quatro séries de estudos concluídas. Se o segundo critério, mais adequado à realidade econômica e tecnológica do mundo contemporâneo, fosse aplicado aos mesmos dados, o número de analfabetos no Brasil saltaria para mais de 30 milhões, em 2000, considerando a população de 15 anos ou mais (Brasil, 2000). Em 2009, os dados do Indicador de Alfabetismo Funcional (INAF) apontaram 7% da população brasileira, de 15 a 64 anos de idade, como analfabetos¹⁴.

Os desafios que se colocam para os Estados Unidos, França e Inglaterra, por exemplo, focam no domínio de habilidades de leitura e escrita de forma a garantir aos seus cidadãos uma participação efetiva nas práticas sociais. Já no Brasil, em

¹³ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

¹⁴ Maiores resultados do INAF serão apresentados ainda neste capítulo.

relação ao letramento, ainda lidamos com o problema da aprendizagem básica da escrita, ou seja, da alfabetização propriamente dita, acompanhado consequentemente da incapacidade de se fazer uso dessa alfabetização.

Segundo Soares (2003b), o vínculo entre alfabetização e escolarização, mais que o vínculo entre letramento e alfabetização, está naturalizado como inquestionável: tanto para o senso comum como para a área de educação, “é na escola que se ensina e que se aprende a tecnologia da escrita” (SOARES, 2003b). A concepção que perpassa essa crença é a de que o letramento seria uma consequência natural da alfabetização. Entretanto, o vínculo entre letramento e alfabetização pode ser questionado como já apontaram diversas pesquisas que mostram como uma pessoa pode se tornar “letrada” em instâncias não escolares – na comunidade, na família, na igreja, no trabalho, entre outras.

Através do processo de alfabetização é possível detectar se a criança sabe ou não ler e escrever, pois se trata de avaliar se ela tem ou não posse dessa tecnologia, mas, no processo de letramento, essa dicotomia não existe (SOARES, 2003b).

Alfabetização é um contínuo, mas um contínuo de certa forma linear, com limites claros e pontos de progressão cumulativa que podem ser definidos objetivamente; letramento é também um contínuo, mas um contínuo não linear, multidimensional, ilimitado, englobando práticas com múltiplas funções [...] não havendo gradação nem progressão que permita fixar um critério objetivo para que se determine que ponto, no contínuo, separa letrados de iletrados. (p. 95)

Ampliando a discussão em torno do letramento, Fonseca (2004) faz o seguinte questionamento: “O que tem a Matemática a ver com o letramento?” Essa pesquisadora faz algumas reflexões e aponta relações entre o alfabetismo e as habilidades matemáticas, entre letramento e Educação Matemática. Argumenta que o (re)surgimento relativamente recente do termo alfabetismo, ou daquele que tem sido utilizado com mais frequência no Brasil, o letramento, é decorrente de uma nova realidade social, em que a tecnologia do saber ler ou escrever não mais é suficiente, é preciso ir além, e ser capaz de fazer uso efetivo dessa tecnologia em práticas sociais que envolvem a língua escrita, ou seja, estamos diante de novas demandas e possibilidades de leitura e escrita. Fonseca (2004) relaciona a Matemática a essas demandas, constatando que as habilidades matemáticas têm sido cada vez mais incorporadas à concepção de alfabetismo, refletindo uma

extensão, diversificação e sofisticação “das demandas de leitura e escrita a que o sujeito deve atender para ser considerado funcionalmente alfabetizado”.

Em 2001, um tipo de indicador, focado não apenas na comunidade escolar, mas na população adulta como um todo, foi criado no Brasil objetivando divulgar informações e análises acerca da exclusão educacional do país. O Indicador de Alfabetismo Funcional avalia o impacto social da escolaridade e, para tal, utiliza uma amostra nacional de duas mil pessoas, entre 15 a 64 anos, da população brasileira, de diferentes regiões do país (IPM, 2009). Fonseca (2004) afirma que:

O objetivo de pesquisas dessa natureza é a construção de um indicador nacional capaz de gerar informações mais detalhadas (e continuamente atualizadas) sobre os níveis de alfabetismo funcional da população brasileira, jovem e adulta, inserida ou não no sistema escolar, de modo a contribuir para o dimensionamento e para uma melhor compreensão de questões relativas às possibilidades e às restrições de acesso a bens culturais da sociedade letrada, fomentando o debate público e trazendo orientações para a formulação de políticas educacionais e propostas pedagógicas. (p.13)

O INAF utiliza uma escala de alfabetismo¹⁵ – integrando as habilidades de Leitura e Escrita (letramento) com as de Matemática (numeramento) –, subdividida em quatro níveis (IPM, 2009):

- Analfabetismo

No nível do analfabetismo, encontram-se os sujeitos que não conseguem realizar tarefas simples que envolvem a leitura de palavras e frases, ainda que alguns desses sujeitos sejam capazes de ler números familiares (telefones, preços, etc).

- Alfabetismo Nível Rudimentar

Encontram-se, no alfabetismo nível rudimentar, os sujeitos que obtiveram sucesso em situações mais simples, como localizar informação explícita em textos curtos e familiares, fazer leitura e/ou anotação de números de uso corriqueiro e realizar operações simples.

¹⁵ No período de 2001 a 2005, a escala de alfabetismo foi construída de forma separada no que diz respeito às habilidades funcionais de leitura e escrita (aferidas nos anos ímpares) e habilidades funcionais de matemática (aferidas nos anos pares).

- Alfabetismo Nível Básico

No alfabetismo de nível básico, encontram-se os sujeitos considerados funcionalmente alfabetizados, pois lêem e compreendem textos de média extensão, localizam informações, dominam completamente a leitura de números na casa dos milhões, são capazes de resolver problemas envolvendo operações usuais e possuem a capacidade de identificar a existência de relação de proporcionalidade.

- Alfabetismo Nível Pleno

No nível do alfabetismo pleno, estão os sujeitos cujas habilidades não mais impõem restrições na compreensão e interpretação de textos em situações usuais. Quanto à matemática, resolvem problemas mais complexos, envolvendo percentuais, proporções, cálculo de área, interpretam tabelas de dupla entrada, lêem mapas e gráficos.

Um aperfeiçoamento da metodologia do INAF foi realizado em 2006 com a Teoria da Resposta ao Item (TRI). Os percentuais do indicador de alfabetismo foram calculados ao longo do período de 2001 a 2009, e os resultados são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 - INAF Brasil: Evolução do Indicador de Alfabetismo (população de 15 a 64 anos)

	2001	2002	2003	2004	2007	2009
	2002	2003	2004	2005		
Analfabeto	12 %	13 %	12 %	11 %	9%	7%
Rudimentar	27 %	26 %	26 %	26 %	25%	21%
Básico	34 %	36 %	37 %	38 %	38%	47%
Pleno	26 %	25 %	25 %	26 %	28%	25%

Fonte: IPM

Observa-se uma queda gradual na proporção de brasileiros considerados analfabetos e como alfabetizados em nível rudimentar, segundo os resultados do INAF. Observa-se, também, um crescimento contínuo da proporção de brasileiros considerados alfabetizados no nível básico. Entretanto, o nível pleno de alfabetismo

não tem apresentado melhoras e, ainda em 2009, apesar de todo investimento na Educação Básica ao longo desses anos, apenas 25% da população brasileira de 15 a 64 anos encontra-se nesse nível.

A respeito da concepção de alfabetismo funcional em Matemática utilizada pelo INAF, David (2004) argumenta que ela pode ser considerada próxima à de *numeracy* utilizada no relatório Cockcroft em 1982 (*apud* DAVID, 2004), em que o aspecto fundamental de tal concepção se baseia no seu valor para a vida cotidiana dos indivíduos. Na literatura atual, essa concepção poderia se enquadrar dentro da perspectiva do “numeramento funcional”, uma expressão que teria analogia com os termos letramento e literacia, frequentemente utilizados em relação à leitura e escrita.

Os dados do INAF retratam a situação da população brasileira de 15 a 64 anos, independentemente de frequentarem ou não a escola. Uma percepção do desempenho escolar dos alunos brasileiros pode ser obtida através das avaliações escolares nacionais, como o SAEB e a Prova Brasil, e internacionais, como o PISA, entre outras.

2.2 O PROGRAMA INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO DE ESTUDANTES – PISA

O PISA é um programa internacional de avaliação comparada consolidado como a maior pesquisa educacional do mundo. Foi criado em 1997 e realizado pela primeira vez em 2000 sob a coordenação da OCDE. Participam desse programa os países membros da OCDE e alguns países convidados, entre os quais o Brasil.

2.2.1 PROPOSTA, PERIODICIDADE, CONCEPÇÃO E IMPLANTAÇÃO

A proposta do PISA é avaliar os alunos quanto aos conhecimentos e às habilidades funcionais consideradas necessárias à vida adulta, que tornam possível uma participação ativa na sociedade, extrapolando o domínio de um currículo escolar específico. Cada domínio da avaliação do PISA – Leitura, Matemática e Ciências –

tem por base o conceito de letramento ou competência (utilizados como tradução do termo *literacy*), definida como a capacidade que o indivíduo tem de aplicar o que tem aprendido na escola em situações do mundo real, assim como a sua capacidade de analisar, raciocinar e comunicar-se com eficiência, planejar, interpretar e resolver problemas em várias situações (GAVE, 2004c).

Organizado em ciclos trienais, o PISA teve como foco principal a Leitura, dentre as três áreas de conhecimento avaliadas em 2000: Leitura, Matemática e Ciências. Em 2003, o principal domínio foi a Matemática e, além das três áreas que costumeiramente fazem parte desse estudo, em 2003, pela primeira vez, a resolução de problemas¹⁶ também foi avaliada. A edição de 2006 teve o domínio de Ciências como principal foco e, no ano de 2009, novamente o PISA enfatizou o domínio em Leitura. Em 2012, a avaliação teve como principal domínio avaliado a Matemática e dessa vez não foi restrita a testes tradicionais realizados apenas em papel. Caso fosse opção do país, a avaliação de 2012 também pôde exigir do estudante a utilização de computadores através da avaliação eletrônica, ampliando o escopo de habilidades passíveis de serem testadas e refletindo a importância da tecnologia da informação nas sociedades modernas. O Brasil fez parte do grupo de países que aderiram a esse modelo de prova complementar.

A concepção e a implementação do PISA estão sob a responsabilidade de um consórcio internacional liderado pelo ACER¹⁷, que implementa o PISA dentro de um formato estabelecido pelo Conselho Diretor do PISA (PGB)¹⁸. Em cada país participante do PISA, há uma coordenação nacional e, no caso do Brasil, tal coordenação está sob a responsabilidade do INEP. Dentro da coordenação nacional, a responsabilidade de implementação do PISA é atribuída ao Gerente Nacional do PISA (NPM)¹⁹. O NPM tem um papel fundamental no desenvolvimento e na validação dos instrumentos da avaliação, principalmente no que diz respeito a garantir seu caráter internacional, além de contribuir para a verificação dos

¹⁶A resolução de problemas é a capacidade de um indivíduo usar processos cognitivos para confrontar e resolver situações reais e interdisciplinares, nas quais o caminho para a solução não é imediatamente óbvio e em que os domínios de literacia ou as áreas curriculares passíveis de aplicação não se inserem num único domínio, seja o da Matemática, das Ciências ou da Leitura (GAVE, 2004b).

¹⁷ Australian Council for Educational Research.

¹⁸ PISA Governing Board.

¹⁹ National Project Manager.

resultados da pesquisa, das análises e dos relatórios nacionais. Juntamente com o PQM²⁰, o NPM assegura a implementação de alta qualidade dentro de cada país, através de um monitoramento dos processos-padrão de aplicação de teste estabelecidos pelo ACER (OCDE, 2005).

2.2.2 PLANO AMOSTRAL

Podem participar do PISA os estudantes na faixa de 15 anos de idade – que possuirão de 15 anos e 3 meses completos até 16 anos e 2 meses completos na data da aplicação da avaliação e que tenham pelo menos 6 anos de escolaridade na Educação Básica. Atualmente, no Brasil, esse critério significa que são elegíveis para o PISA todos os alunos matriculados a partir do 7º ano do Ensino Fundamental de 9 anos.

Em cada país, cerca de 4.500 a 10.000 jovens estudantes de 15 anos de idade, em vias de conclusão da etapa de escolaridade mínima obrigatória, submetem-se à avaliação. Técnicas de amostragem apropriadas para esse tipo de avaliação são utilizadas de maneira bastante criteriosa em dois estágios: no primeiro estágio, são sorteadas as escolas que possuem alunos elegíveis para o PISA; no segundo, são selecionados os alunos que farão a avaliação.

O consórcio internacional faz uma amostragem probabilística proporcional ao tamanho de cada escola e, posteriormente, no final do estudo, atribui pesos diferentes para as escolas e para os estudantes selecionados em cada uma delas. Uma vez escolhidas as escolas, a coordenação nacional se encarrega de contatá-las e solicitar uma lista com o nome de todos os seus alunos elegíveis para o PISA. Ou seja: para sortear os alunos de cada escola que farão a avaliação, a coordenação nacional do PISA insere a listagem dos alunos de cada escola selecionada em um *software* que é disponibilizado pelo consórcio internacional.

Dessa maneira, 35 estudantes são sorteados aleatoriamente em cada escola. Para as escolas que possuem menos de 35 alunos elegíveis para o PISA, automaticamente todos estão selecionados para participarem da avaliação. Para

²⁰ PISA Quality Monitor.

cada país participante, pelo menos 150 escolas e 4500 alunos são selecionados para o estudo.

Além de incluir as unidades da Federação no planejamento amostral, atualmente o Brasil acrescenta as seguintes características: a organização administrativa da escola (pública/privada); o oferecimento ou não do ensino médio na escola; a localização (rural ou urbana) com garantia de inclusão de todas as capitais e cidades do interior e o IDH – Índice de Desenvolvimento Humano – considerando cidades com IDH acima ou abaixo da média de cada estado (BRASIL, 2012).

O PISA requer um índice de presença superior a 80% nas provas escritas e eletrônicas. Assim, no caso de haver muitos alunos ausentes no dia da aplicação da prova, uma segunda sessão de aplicação é agendada para outro dia, a fim de garantir que esse percentual de alunos participe da avaliação.

2.2.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS UTILIZADOS

O PISA utiliza cadernos de teste, questionários e prova eletrônica, visando obter dados do desempenho acadêmico, socioeconômicos e culturais dos estudantes e das escolas que participam do Programa. Todos os instrumentos de aplicação são comuns aos países participantes e definidos pelo Consórcio Internacional que administra o PISA.

A partir de 2012, o PISA passou a considerar dois tipos de teste: o teste escrito (que já era realizado) e o teste eletrônico, realizado no computador. Os dois tipos de teste são compostos por itens, que são organizados em unidades com base em um estímulo. Os itens podem ser “abertos” ou “fechados” e são categorizados da seguinte maneira: Múltipla Escolha Simples – itens que podem possuir de duas a cinco alternativas, sendo que apenas uma deverá ser marcada pelo estudante; Múltipla Escolha Complexa – itens que possuem uma série de proposições para serem assinaladas (sim ou não, verdadeiro ou falso, etc); Respostas Curtas – itens que comportam apenas uma resposta escrita curta ou um número, que podem ser facilmente transformados em um item “fechado”, considerando-se a resposta correta ou errada; Respostas Construídas Fechadas – itens que exigem uma resposta breve

construída pelo aluno; Respostas Construídas Abertas – itens que exigem uma resposta longa construída pelo aluno através de uma frase ou raciocínio matemático.

Há, entretanto, uma característica muito importante na elaboração dos itens do PISA que os distingue dos itens utilizados em outras avaliações sistêmicas e também dos utilizados nas avaliações realizadas pela própria escola. No teste do PISA, não é a escola que define o que os alunos devem saber e o que deve ser ensinado. O PISA está um passo à frente, pois a concepção básica dessa avaliação é ir ao mundo real – nas indústrias, escritórios, e nos diferentes ambientes sociais – e indagar quais são os conhecimentos de tipo escolar necessários para o aluno operar com competência em um mundo moderno. É o mundo do trabalho e da vida que diz o que é necessário saber, e, portanto, avaliar, através das situações reais onde se encontra o uso dos números, da linguagem e das ciências.

Para garantir a comparabilidade do estudo nos diferentes anos de aplicação, o PISA utiliza alguns itens comuns em diferentes anos. Isso justifica todo o cuidado que o consórcio e a coordenação nacional têm em relação ao sigilo da prova, não permitindo que a escola tire cópia das mesmas. Para os interessados em conhecer a avaliação do PISA, existem alguns itens de divulgação autorizada que podem ser acessados no site oficial do PISA ou no site do INEP. Nesta tese, também apresentaremos todos os itens de Incerteza que foram utilizados no PISA 2003 e que estão disponíveis para a consulta pública. Eles certamente não mais serão utilizados em outras avaliações e, por isso, não são sigilosos.

A política do PISA é favorável à liberdade de os estudantes recorrerem ao uso de calculadoras, tal como fazem normalmente na escola. Por isso, o INEP fornece para os alunos brasileiros um estojo para a realização da prova escrita, contendo lápis, borracha, caneta, régua e calculadora, de modo a garantir aos alunos brasileiros os instrumentos necessários para a realização do teste. Antes de iniciar a prova eletrônica, o aplicador do PISA faz um treinamento com os alunos, mostrando as ferramentas disponíveis no programa utilizado no teste. Dentre os recursos eletrônicos disponíveis para os alunos, a calculadora pode ser utilizada no teste escrito, e o computador é usado no teste eletrônico.

2.2.4 A PRODUÇÃO DO PISA E AS ESTRATÉGIAS UTILIZADAS PARA GARANTIR A COMPARABILIDADE INTERNACIONAL

O PISA fornece um perfil básico de conhecimentos e habilidades dos jovens de 15 anos de idade, produz indicadores contextuais relacionando resultados de desempenho às características socioeconômicas, demográficas e educacionais, e indicadores de tendências desses resultados além possibilitar a comparação entre países. Os resultados desse estudo ajudam a identificar pontos fortes e fracos do sistema educativo nacional, oportunizando uma reflexão e um aprofundamento de pesquisas que colaborem para a melhoria da educação. Ou seja, o PISA produz e disponibiliza²¹ uma base valiosa de informações e análises para pesquisas de políticas públicas educacionais.

Visando garantir a comparabilidade dos resultados do estudo, a tradução das provas para as diferentes línguas é acompanhada e monitorada pelo consórcio internacional. Todos os itens selecionados para comporem a prova são disponibilizados pelo consórcio para os centros nacionais em duas línguas: francês e inglês. Cada centro se encarrega de realizar a tradução dos itens que posteriormente é submetida ao consórcio para apreciação. Caso seja necessário, o consórcio ainda solicita adaptações antes da montagem da prova.

A comparabilidade do PISA é garantida através de um rigoroso controle de qualidade envolvendo um grande número de compromissos, que são assumidos por todos os países que participam da avaliação. O consórcio internacional determina, igualmente, todas as rotinas operacionais para aplicação dos cadernos de teste, questionários e provas eletrônicas, bem como para a codificação das provas e inserção dos dados em um *software* criado especialmente para o PISA.

Todos os procedimentos de aplicação de prova devem ser realizados da mesma maneira em todos os países participantes, de modo a garantir a padronização da aplicação, evitando que alguns deles levem vantagem na avaliação. Para garantir que realmente a aplicação em cada país é feita da mesma maneira dos demais, conforme a solicitação do ACER, algumas escolas em todos os países participantes são selecionadas para receberem a visita do PQM. Esse sorteio é realizado pelo

²¹ Os relatórios e as bases de dados do PISA estão disponíveis no site www.pisa.oecd.org.

ACER e pelo PQM, que levam em consideração características importantes que diferenciem as escolas – como a localização, o tipo de administração, o IDH, entre outras. O PQM verifica a possibilidade de as escolas selecionadas serem visitadas, tendo em vista a data de aplicação da avaliação nas escolas. É importante ressaltar que nem a coordenação nacional e nem os aplicadores da prova ficam sabendo quais serão as escolas visitadas pelo PQM. Sabem apenas que existe a possibilidade de qualquer escola receber tal visita.

Os PQM's observam todo o processo de aplicação da prova, desde o momento em que o aplicador chega à escola para organizar as salas até o final da aplicação e relatam se realmente todo o processo aconteceu dentro do previsto. Verificam se houve desvios na aplicação, indicam os principais desvios, relatam o comportamento dos alunos além de entrevistar, no final da aplicação, o aplicador do teste (membro externo da escola) e o responsável pelo PISA na escola (que pode ser o diretor, um professor, supervisor ou coordenador). Após visitar todas as escolas, o PQM faz um relatório sobre cada escola, apresentando dados sobre a aplicação do teste, o questionário respondido pelo aplicador do teste e a entrevista com o responsável pelo PISA na escola. O conjunto de relatórios de todas as escolas que receberam a visita do PQM é enviado para ACER, em formato digital e impresso, para que o consórcio tenha conhecimento de como aconteceu a aplicação do PISA em cada país.

A correção das provas também é realizada de maneira criteriosa. As equipes técnicas dos centros nacionais passam por um treinamento que lhes possibilita discutir em conjunto as possíveis respostas dadas pelos alunos. Para essa equipe, o consórcio internacional disponibiliza um guia detalhado de códigos a serem atribuídos a cada tipo de resposta. Todo esse treinamento é repassado aos professores que fazem a correção e, no decorrer da mesma, caso seja necessário, consultas ao consórcio internacional podem ser feitas, uniformizando a codificação dos itens e garantindo a comparabilidade das correções realizadas nos diferentes países.

2.2.5 O CUSTO DO PISA PARA O BRASIL

Evidentemente, toda esta complexidade em torno dessa avaliação tem um custo para cada país participante. No caso do Brasil, o projeto do PISA 2012 foi estimado em R\$ 2.869.105,37 – dois milhões, oitocentos e sessenta e nove mil, cento e cinco reais e trinta e sete centavos, (BRASIL, [s.d]).

O Brasil vem participando do PISA desde 2000, mas pouco se tem analisado os resultados dessa avaliação. O Gabinete de Avaliação Educacional (GAVE) de Portugal e o Instituto Nacional para a Avaliação da Educação (INEE) do México têm realizado muitas análises com os dados do PISA e disponibilizado bons relatórios que auxiliam pesquisadores, gestores e professores a conhecerem os resultados do Programa, além de apresentarem discussões de caráter pedagógico de grande valia. As referências GAVE (2004a), GAVE (2004b), GAVE (2004c), INNE (2005) e INEE (2008) são bons exemplos da contribuição que esses órgãos dos governos português e mexicano produzem e disponibilizam para todos os interessados no PISA. O Brasil ainda não colocou essa pesquisa como prioridade. Assim, os gastos com a avaliação são realizados, mas o retorno que ela poderia oferecer ao país vai sendo adiado. Mesmo os pesquisadores que desejam realizar um estudo mais aprofundado desse teste deparam com dificuldades de acessar os dados no INEP.

2.2.6 OUTRAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O PISA

Um fato importante a ser destacado em relação ao PISA 2003 é que o Brasil não propôs nenhum item de Matemática para a prova, o que pode ser considerado como uma grande perda de oportunidade de inserir os nossos especialistas na discussão, reflexão e elaboração dos itens que compuseram esse importante teste educacional.

Outra observação importante que tivemos a oportunidade de fazer foi em relação à edição dos itens do PISA 2003, que estão disponíveis para consulta pública no site

do INEP. A redação/edição dos itens disponíveis para consulta pública nesse site nem sempre coincide completamente com a do teste original²².

O último ciclo do PISA, realizado em 2012, também teve o foco em Matemática, assim como o de 2003. A previsão para a divulgação dos resultados do PISA 2012 pela OCDE é para dezembro de 2013. A divulgação desses resultados é de grande relevância para a continuidade deste trabalho.

O PISA 2012 sofreu algumas alterações na estrutura da sua avaliação, e os interessados nas principais mudanças ocorridas nesse ciclo, em relação à Matemática, podem encontrá-las em Stacey (2012). A mudança mais notável que ocorreu no último ciclo foi a inclusão da prova eletrônica. Até 2009, os alunos eram avaliados, em todas as áreas do conhecimento, através de testes de “papel e lápis” ou “avaliação escrita”. Em 2012, 35 alunos de cada uma das 620 escolas brasileiras selecionadas para comporem a amostra do Brasil fizeram a avaliação escrita. Uma subamostra, composta por 18 alunos de cada uma das 245 escolas selecionadas da amostra principal supracitada, também foi submetida ao novo modelo de teste, que exigia o uso do computador para a sua realização.

Esse modelo de teste exigiu do Brasil uma infraestrutura para a realização das provas eletrônicas, uma vez que muitas das escolas selecionadas não tinham computadores compatíveis à avaliação. A realização do teste eletrônico do PISA necessitava de computadores com uma memória razoável e que tivessem ambiente *Windows*. Por essa razão, o INEP teve que locar diversos computadores para muitas escolas que fizeram esse tipo de teste. Assim, observamos que essa infraestrutura ainda não é uma realidade da educação no Brasil.

²² Exemplo disso é o gráfico que serviu de estímulo para os itens M150Q01, M150Q02 e M150Q03, que não apresentou os valores das idades e das alturas nos eixos, impossibilitando a solução desses itens. Entretanto, em visita ao INEP, tivemos a oportunidade de verificar que a prova original não apresenta esse tipo de problema, também não encontramos nenhum outro tipo de erro na edição da avaliação original. Consideramos que essa é uma informação relevante para o leitor que busca nesse site os itens do PISA e, ao encontrar algo desse tipo, pode, eventualmente, considerar que a avaliação original tenha esse tipo de erro que pode descredibilizar uma avaliação de tal porte.

2.3 CONCEITOS DA AVALIAÇÃO DE MATEMÁTICA NO PISA

Como mencionado anteriormente, cada domínio da avaliação do PISA – Leitura, Matemática e Ciências – tem por base o conceito de letramento e, no caso da Matemática, ele é definido como

a capacidade de o indivíduo identificar e entender o papel que a matemática desempenha no mundo, de fazer julgamentos bem-fundamentados e utilizar a matemática e envolver-se com ela de forma que atenda às necessidades de sua vida como cidadão construtivo, consciente e reflexivo. (OCDE, 2003, p.24 – tradução nossa)

Como o desenvolvimento do letramento é um processo de aprendizagem prospectivo, não se pode esperar que, aos quinze anos, os jovens já tenham aprendido tudo que precisarão na vida adulta. Entretanto, o PISA considera que, nessa faixa etária, os estudantes já deverão ter um conhecimento sólido que lhes possibilite continuar a aprender e aplicar a sua aprendizagem ao mundo real. Além disso, precisam também compreender os processos matemáticos em diferentes situações, utilizando-os com flexibilidade.

O PISA considera a matematização como o processo fundamental que os estudantes aplicam para resolver os problemas da vida real (GAVE, 2004a) e o descreve através do encadeamento de cinco passos:

1. Identificação de um problema do mundo real;
2. Identificação das características matemáticas relevantes no problema e reorganização do mesmo em função dos conceitos matemáticos;
3. Abstração da realidade, ou seja, formulação matemática do problema;
4. Resolução do problema matemático;
5. Resignificação e validação da solução matemática em termos da solução do problema do mundo real.

Esses cinco passos do processo de matematização são essenciais para a formação e construção do pensamento matemático que é indispensável aos cidadãos na resolução de problemas cotidianos (OCDE, 2003). Para que possa realizar

satisfatoriamente esse processo, o indivíduo deve possuir algumas capacidades/habilidades matemáticas, que, conjuntamente, constituem a competência matemática.

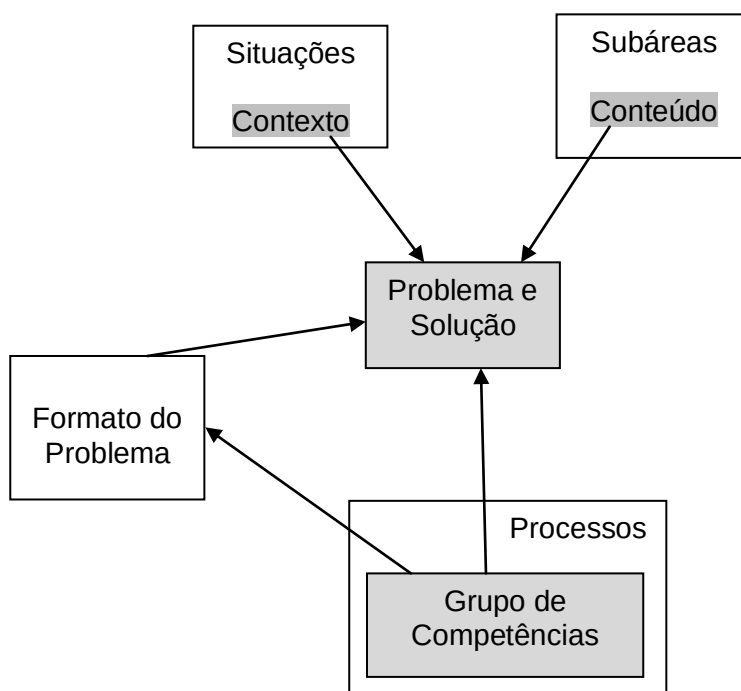
A noção de competência matemática avaliada no PISA está atrelada à habilidade de planejar, formular e interpretar problemas utilizando a Matemática em diferentes situações e contextos. Como o núcleo do letramento matemático é formado pelas competências matemáticas, também denominadas processos matemáticos, o aluno só estará apto a resolver problemas, mobilizando seus conhecimentos cognitivos com sucesso, quando essas competências tiverem sido desenvolvidas.

Mas como avaliar o letramento matemático de estudantes de 15 anos de idade em função da sua capacidade de matematizar? Essa avaliação passa pelo conhecimento da medida da competência matemática que os estudantes possuem e conseguem aplicar com êxito em situações problemáticas do mundo real. O instrumento que possibilita captar a competência cognitiva é o teste. O teste é o conjunto de tarefas a serem realizadas e que, para a sua consecução, necessitam da mobilização da competência matemática. Uma vez submetido a um teste, o aluno apresenta um desempenho ou proficiência, que é uma medida da sua competência matemática. Idealmente, seria necessário inserir, nas provas, itens complexos, que traduzissem a realidade em matemática e vice-versa, de maneira a percorrer todo o processo de matematização. Obviamente, essa é uma solução que se mostra complicada e pouco exequível. Ao invés disso, o PISA avalia, através de seus itens, partes diferentes desse processo, utilizando como estratégia grupos de itens de teste. Os grupos são criados de maneira equilibrada, de forma a cobrir todo o processo de matematização, e as respostas dos alunos aos itens são utilizadas para alocá-los em uma escala de proficiência matemática.

2.4 COMPONENTES DO DOMÍNIO DA MATEMÁTICA

Supõe-se que a forma como o aluno utiliza suas habilidades e seu conhecimento matemático para solucionar problemas revele o nível de letramento matemático desse aluno. Segundo o modelo teórico do PISA, a operacionalização dessa ideia passa pela identificação de três dimensões que conjuntamente descrevem o domínio da Matemática: as *situações* ou contextos, os *processos* e o *conteúdo matemático*.

FIGURA 1 - Componentes do Domínio da Matemática



Uma primeira componente do mundo real a ser considerada quando se pensa em competência matemática é que os problemas podem ocorrer em uma variedade de *situações* e contextos. Os problemas apresentados pelo PISA se relacionam de duas maneiras com o mundo real: eles existem em situações relevantes para o estudante, e cada situação, por sua vez, apresenta um problema que tem um contexto mais específico.

Uma segunda componente a ser considerada nesse modelo teórico é o *conteúdo matemático*, indispensável na resolução dos problemas, que é categorizado em quatro subáreas – denominadas ideias abrangentes –, que englobam os tipos de problemas que surgem na interação com os fenômenos do dia a dia. A maneira como o mundo real dá origem a um problema é ilustrada pelas setas que ligam o contexto e o conteúdo ao problema.

A terceira componente se refere aos processos que os alunos utilizam na resolução dos problemas, ou seja: as *competências matemáticas*. A fundamentação para a definição da competência matemática segundo o modelo do PISA se sustenta nas ideias do projeto KOM²³ do grupo dinamarquês liderado pelo professor e

²³ A sigla KOM é decorrente de Kompetencer Og Matematiklæring, no original em dinamarquês, o que significa Competências e Aprendizagem em Matemática.

pesquisador Mogens Niss. Os processos, representados pelo retângulo grande na Figura 1, referem-se às competências matemáticas gerais, enquanto o retângulo menor representa os grupos de competências: *reprodução*, *conexão* e *reflexão*. Tais competências se relacionam com a natureza do problema e com a solução encontrada. Finalizando, o grupo de competências também se relaciona ao formato do problema, de acordo com suas formas e com os pedidos definidos, como indicado pelas setas.

Portanto, as três componentes do domínio da matemática possuem naturezas distintas. Enquanto as situações ou contextos definem onde e como os problemas se apresentam no mundo real, as subáreas do conteúdo matemático expressam o olhar matemático para a realidade, e as competências matemáticas formam o núcleo do letramento matemático segundo esse modelo (GAVE, 2004a).

2.4.1 AS SITUAÇÕES

O envolvimento com a Matemática proporciona ao aluno a utilização dessa área cognitiva em várias situações nas quais os problemas se situam e em que são aplicados os conhecimentos relevantes. A escolha dos métodos e das representações matemáticas na resolução de questões muitas vezes depende das situações em que os problemas ocorrem.

O PISA define a situação como “a parte do mundo do estudante na qual as tarefas estão localizadas” (GAVE, 2004a) e as classifica em quatro tipos, em função do distanciamento a que estão da vida do indivíduo, quais sejam: *situações pessoais*, *situações educacionais ou ocupacionais* (trabalho e lazer), *situações públicas* (comunidade local e sociedade) e *situações científicas*. O contexto de um item é o seu enquadramento específico dentro de uma dada situação.

Visando a um melhor entendimento desse conceito, apresenta-se abaixo um exemplo.

Conta Poupança

Foram postos 1000 zeds numa conta poupança de um banco. Há duas opções: pode-se ter uma taxa anual de 4% ou pode-se obter do

banco um bônus imediato de 10 zeds e uma taxa anual de 3%. Qual é a melhor opção um ano depois? E dois anos depois? (OCDE, 2003, p. 32).

Esse item apresenta uma situação da comunidade local e da sociedade – finanças e bancos. Segundo o modelo teórico do PISA, esse seria um item classificado como vida pública ou *situação pública*. O contexto do item se refere a dinheiro (zeds) e a juros numa conta bancária. De modo geral, o PISA enfatiza tarefas que encontramos em situações reais e que preferencialmente possuem um contexto autêntico. Apesar de o item apresentar um elemento fictício, nesse caso a unidade monetária (zeds), isso não descaracteriza o item como um problema do mundo real. A introdução dessa unidade monetária de forma fictícia no item é feita para assegurar que estudantes de alguns países não tenham vantagem na sua resolução, o que poderia acontecer devido à intimidade de alguns alunos com a unidade monetária envolvida.

2.4.1 OS PROCESSOS

Como dito anteriormente, para que um indivíduo possa realizar satisfatoriamente o processo de matematização, em diferentes situações e contextos, ele deve possuir algumas capacidades/habilidades matemáticas, que conjuntamente constituem a competência matemática. Tal fundamentação se originou principalmente das ideias de um dos membros do grupo de especialistas de matemática do PISA, que também é integrante do projeto KOM, Mogens Niss.

2.4.1.1 O Projeto Dinamarquês KOM e a sua Relação com o PISA

O projeto dinamarquês KOM 2000-2002 surgiu de um conjunto de orientações do Ministério da Educação da Dinamarca e do então Conselho Nacional para a Ciência e Educação Matemática, sob a direção de Mogens Niss, com a principal missão de criar uma base para uma profunda reforma na Educação Matemática do país. O objetivo principal do projeto era tratar as questões mais relevantes e problemáticas da Educação Matemática dinamarquesa, de modo a incluir as diferentes áreas e níveis educacionais.

Como ponto de partida desse projeto, Niss e equipe entenderam que, ao se planejar e analisar a formação matemática dos estudantes, seria fundamental definir o significado do que seria “dominar a Matemática”. A reflexão a respeito dessa definição incitou-lhes a necessidade de adotar uma abordagem baseada em um conceito que se tornou o centro desta proposta: o conceito de Competência Matemática. Tal decisão perpassava pelo estabelecimento de outras definições, que conjuntamente contribuiriam para a definição de tal conceito. Isso ocorreu devido à constatação de Niss e sua equipe (NISS, 2010) de que os termos *competency* e *competence* não estavam bem-definidos no campo da Educação Matemática.

A diferença entre estes dois conceitos passou pela distinção entre o que seria a Competência Matemática, referindo-se ao domínio global da área, e quais seriam os componentes importantes, porém mais específicos, desse domínio global. Assim, ficou definido que o termo *competence* matemática significaria “conhecer, compreender, fazer, usar e possuir uma opinião bem-fundamentada sobre a Matemática em uma variedade de situações ou contextos onde ela pode vir a ter um papel” (NISS, 2010, p.32). Nesse caso, ficou definida a competência matemática como o domínio global da Matemática. Entretanto, como dito anteriormente, essa competência matemática – no sentido global – seria formada por um conjunto de outras competências: as suas componentes. Dessa maneira, esses pesquisadores definiram a *competency* como um termo utilizado para indicar as componentes importantes da Competência Matemática. Dito de outra forma, a *competence* matemática refere-se a uma competência de ordem global – a competência matemática - e a *competency* matemática indica as componentes importantes da *competence*, que, nesse texto denominaremos de habilidades matemáticas. Assim, usaremos a expressão competência matemática para nos referirmos à competência de modo global e a habilidade matemática para nos referirmos a uma competência de ordem específica.

Fazendo uma analogia com a competência linguística e relacionando essa competência com o domínio de um determinado idioma, cada uma das ações: ouvir, falar, ler e escrever seria uma habilidade que vai ajudar a compor a competência linguística. Assim, o projeto KOM procurou identificar as habilidades significativas da competência matemática análogas às quatro habilidades que compõem o letramento. Dando continuidade a essa analogia, as habilidades ouvir, falar, ler e

escrever também são as mesmas para o domínio linguístico do Português, nos diferentes níveis de ensino e o que os diferencia é a linguagem e os textos tratados. Ao se tratar da competência matemática, as habilidades também deverão ser as mesmas, do nível fundamental até um nível mais elevado, embora operem sobre “materiais substancialmente distintos.”

O projeto KOM identificou oito competências que podem ser listadas em dois grupos de quatro. O primeiro grupo está relacionado com “a habilidade para perguntar e responder perguntas em matemática e com a Matemática”, e é composto pelas seguintes competências: competência de pensamento matemático, competência no tratamento de problemas, competência de modelagem e competência de raciocínio. O segundo grupo está relacionado com “a habilidade para lidar com a linguagem matemática e seus instrumentos”, assim formado: competência de representação, competência em simbologia e formalismo, competência de comunicação e competência em instrumentos e acessórios.

Embora distintas, essas competências estão intimamente relacionadas entre si e, ao considerar o domínio de uma competência principal, outras são mobilizadas auxiliando na construção do raciocínio matemático, objetivando resolver uma determinada questão. Essas competências são específicas à Matemática, alcançam os diferentes níveis educacionais, desde a escola primária à universidade além de percorrer todos os temas da Matemática.

Para definir o conceito de competência matemática, o PISA utilizou como referência o trabalho de Niss e equipe, que destacaram oito competências matemáticas características:

Pensamento e raciocínio, que inclui:

- a colocação de questões características da matemática («Haverá...?», «Se há, quantos?», «Como encontramos...?»);
- o conhecimento de tipos de respostas que a matemática oferece a estas questões;
- a distinção entre diferentes tipos de afirmações (definições, teoremas, conjecturas, hipóteses, exemplos, proposições condicionadas);
- a compreensão e a utilização dos limites dos conceitos matemáticos.

Argumentação, que inclui:

- o conhecimento do que são demonstrações matemáticas e de como é que diferem de outros tipos de raciocínio matemático;
- o seguimento e a avaliação de cadeias de argumentos matemáticos de tipos diferentes;
- a existência de um sentido heurístico (o que pode e o que não pode acontecer, e porquê);
- a criação de argumentos matemáticos.

Comunicação, que inclui:

- a expressão do sujeito numa variedade de modos, em assuntos com conteúdo matemático, sob forma oral e escrita;
- a compreensão de afirmações escritas ou orais de outros sujeitos acerca desses assuntos.

Modelagem, que inclui:

- a estruturação do campo ou da situação a serem modelados;
- a tradução da «realidade» em estruturas matemáticas;
- a interpretação de modelos matemáticos em termos da «realidade»;
- o trabalho com um modelo matemático;
- a validação do modelo;
- a reflexão, a análise e a crítica de um modelo e dos seus resultados;
- a comunicação acerca do modelo e dos seus resultados (incluindo as limitações desses resultados);
- a monitoramento e o controle do processo de modelagem.

Colocação e resolução de problemas, que inclui:

- a colocação, a formulação e a definição de diferentes tipos de problemas matemáticos (por exemplo, de matemática pura, de matemática aplicada, de resposta aberta e fechada);
- a resolução de diferentes espécies de problemas matemáticos, numa variedade de modos.

Representação, que inclui:

- a decodificação e a codificação, a tradução, a interpretação e a distinção entre formas diferentes de representação de

objetos e de situações matemáticas, e das relações entre as várias representações;

- a escolha e a mudança de formas distintas de representação, de acordo com a situação e a intenção.

Uso da linguagem e de operações simbólicas, formais e técnicas, que inclui:

- a decodificação e a interpretação de linguagem simbólica e formal, e a compreensão da sua relação com a linguagem natural;
- a tradução da linguagem natural para a linguagem simbólica/formal;
- a utilização de afirmações e de expressões que contêm símbolos e fórmulas;
- o uso de variáveis, a resolução de equações e o cálculo.

Uso de auxiliares e de instrumentos, que inclui:

- conhecer e ser capaz de usar vários materiais de apoio e instrumentos (incluindo tecnologias de informação) que podem ajudar a atividade matemática;
- o conhecimento das limitações desses materiais de apoio e instrumentos. (GAVE, 2004a, p. 23-24).

Cada uma dessas competências pode assumir níveis de domínio diferentes. As tarefas propostas pelo PISA não avaliam essas competências isoladamente, uma vez que a mobilização das mesmas ocorre em conjunto. O modelo teórico do PISA considera três grupos (classes) de competências, também denominados processos matemáticos, que estão baseados nas exigências cognitivas utilizadas na solução dos problemas: grupo de competências de *reprodução*, *conexão* e *reflexão*.

No grupo de *reprodução*, as competências compreendem a repetição de conhecimentos familiares, frequentemente testados em avaliações padronizadas e em testes de sala de aula (operações matemáticas simples). As habilidades estão ligadas de maneira muito próxima ao que é entendido como conteúdo. A aprendizagem do conteúdo, apesar de necessária, constitui-se apenas como o passo inicial no processo de aquisição da competência matemática. Ou seja, no modelo teórico do PISA, a competência matemática começa pelo conteúdo através da *reprodução*, para posteriormente ocorrer uma transição suave para o saber fazer.

As competências do grupo de *conexão* se baseiam nas competências do grupo de *reprodução*, mas exigem processos cognitivos relacionados à resolução de problemas (de resolução direta) para situações não rotineiras, embora em contextos familiares ou bem próximos disso.

O grupo de *reflexão* se baseia no grupo de *conexão*, integrando habilidades necessárias para a resolução de problemas que carecem de um pensamento matemático mais amplo, que geralmente ocorrem em situações mais distantes da vida do aluno, como, por exemplo, as situações científicas.

A classificação dos itens de Matemática em relação aos processos matemáticos é perfeitamente possível de ser realizada a partir das descrições apresentadas no Anexo VIII, baseadas nas oito competências exibidas anteriormente e na forma como se relacionam com os processos matemáticos (GAVE, 2004a).

2.4.2 O CONTEÚDO

Os conteúdos matemáticos são organizados no PISA considerando as áreas de conteúdo amplas e a literatura a esse respeito, através de um processo de consenso entre um grupo de especialistas em Matemática dos países da OCDE, considerando quais seriam os fundamentos adequados em uma comparação de desempenho em âmbito internacional. Para revelar o conhecimento essencial da Matemática, foi feita uma seleção desses conteúdos de modo a envolver uma variedade e profundidade suficientes e, ao mesmo tempo, representar e incluir, de forma aceitável, as linhas de orientação convencionais da matemática curricular dos diversos países.

O PISA organiza o conteúdo matemático em quatro áreas estruturantes, também denominadas ideias abrangentes ou subáreas da matemática: Espaço e Forma, Mudanças e Relações, Quantidade, Incerteza. A descrição de cada subárea da Matemática, na perspectiva do modelo teórico do PISA 2003, é dada a seguir:

- *Espaço e forma*: abordam fenômenos e relações espaciais e geométricos, frequentemente utilizando a disciplina curricular de geometria. Requer a observação de semelhanças e diferenças na análise de formas e no reconhecimento de formas em diferentes representações e diferentes dimensões,

assim como a compreensão das propriedades de objetos e suas posições relativas.

- *Mudanças e relações*: envolvem manifestações matemáticas de mudança, assim como relações funcionais e dependência entre variáveis. Esta área de conteúdo tem uma relação mais estreita com a álgebra. Relações matemáticas frequentemente são expressas como equações ou desigualdades, porém também são importantes as relações de natureza mais geral (por ex., equivalência, divisibilidade e inclusão, para mencionar apenas algumas delas). Relações recebem inúmeras representações diferentes, que podem ser simbólicas, algébricas, gráficas, tabulares e geométricas. Uma vez que diferentes representações podem atender a objetivos diferentes e ter diferentes propriedades, a tradução entre as representações muitas vezes tem importância fundamental quando se lida com situações e tarefas.
- *Quantidade*: envolve fenômenos numéricos, assim como relações e padrões quantitativos. Está relacionada à compreensão de tamanho relativo, ao reconhecimento de padrões numéricos, e à utilização de números para representar quantidades e atributos quantificáveis de objetos da vida real (contas e medidas). Além disso, a quantidade lida com o processamento e a compreensão de números que são representados de diversas maneiras. Um aspecto importante ligado à quantidade é o raciocínio quantitativo, que envolve o sentido de número, a representação de números, a compreensão do significado das operações, operações mentais de aritmética e de estimativas. O ramo curricular mais comum na matemática ao qual se associa o raciocínio quantitativo é a aritmética.
- *Incerteza*: envolve fenômenos e relações probabilísticas e estatísticas, que se tornam cada vez mais relevantes na sociedade da informação. Esses fenômenos constituem o objeto do estudo da matemática em estatística e probabilidades (OCDE, 2005, p. 39).

A comparação dos níveis de desempenho nessas quatro subáreas da Matemática é possível de ser realizada a partir de uma escala de proficiência que será posteriormente apresentada. Um ganho que se tem com essa possibilidade é que, ao apresentar o desempenho dos alunos em cada um das subáreas separadamente, o PISA disponibiliza dados para a comparação entre diferentes sistemas escolares evidenciando ênfases muitas vezes distintas nas opções curriculares de cada país. O relatório da OCDE (2004) apresenta uma visão geral dos pontos fortes e fracos dos países em Matemática. Dessa maneira, o PISA contribui para um olhar aprofundado sobre a Matemática, fugindo da perspectiva usual de considerá-la apenas de maneira global. Assim, uma análise muito pertinente que o PISA nos

possibilita fazer é aprofundar a compreensão entre os pontos fortes e os que precisam ser melhorados no ensino de Matemática do Brasil, considerando, separadamente e de forma aprofundada, cada subárea dessa disciplina, estabelecendo as prioridades e necessidades do Brasil, a fim de melhorar o ensino e a aprendizagem de Matemática e, conseqüentemente, o desempenho do país. Além disso, o PISA também possibilita a comparação entre os pontos fortes e fracos de outros países, o que certamente pode nos ajudar a refletir acerca dessa questão.

O que o PISA considera, em primeiro lugar, é a definição do que é “saber matemática”. Enfatiza que, para resolver um problema do mundo real, existe a necessidade de o aluno transcrever esse problema em termos de estruturas matemáticas, resolvê-lo e, posteriormente, fazer a transposição da solução matemática para a solução do problema do mundo real. É com o entendimento desse modelo que são construídos itens que permitem verificar se o aluno é capaz de realizar tarefas cujas soluções mobilizam a competência matemática. Finalmente, são explicitadas as habilidades requeridas na resolução dos itens e identificadas as três dimensões que compõem a operacionalização do conceito de letramento matemático, visando construir provas que sejam capazes de medi-la.

2.4.2.1 Os PCN, o SAEB, o CBC e o Conteúdo da Matemática Avaliada no PISA

O início do novo milênio apontou uma necessidade de se construir uma escola voltada para a formação de cidadãos que possuíssem novas habilidades para ingressarem num mundo de trabalho competitivo e marcado por avanços científicos e tecnológicos. De maneira geral, essa demanda suscitou polêmicas em diferentes espaços e, de forma particular, o currículo de Matemática teve de ser repensado.

É nesse cenário que os PCN de Matemática (Brasil, 1998) foram elaborados, procurando, de um lado, respeitar toda a diversidade existente em nosso país e, ao mesmo tempo, considerar a necessidade de construir referências nacionais comuns ao Ensino de Matemática, de modo a proporcionar o acesso ao conjunto de conhecimentos socialmente elaborados e reconhecidos como necessários aos alunos brasileiros no exercício da cidadania.

Serão fixados conteúdos mínimos para o ensino fundamental, de maneira a assegurar formação básica comum e respeito aos valores culturais e artísticos, nacionais e regionais. (BRASIL, 1988, art. 210)

Esses parâmetros se configuram como um referencial que orienta a prática escolar no Brasil. Em relação ao Ensino de Matemática, eles definem a resolução de problemas como o ponto de partida da atividade matemática e adotam como critérios para a seleção dos conteúdos a serem desenvolvidos em sala de aula a sua relevância social e a sua contribuição para o desenvolvimento intelectual do aluno.

No que diz respeito ao conteúdo de Matemática, os PCN também utilizam uma organização bem semelhante à do PISA, embora apresente nomes ligeiramente diferentes: Espaço e Forma, Grandezas e Medidas, Números e Operações, Tratamento da Informação.

O Sistema de Avaliação da Educação Básica no Brasil é composto por dois exames complementares: o SAEB e a Prova Brasil. Diferentemente das provas tradicionais aplicadas nas salas de aula, a metodologia utilizada no SAEB e na Prova Brasil é adequada para avaliar redes ou sistemas de ensino, e não alunos individualmente.

Essas avaliações nos permitem ter uma visão mais detalhada do desempenho escolar em relação a algumas habilidades específicas. O SAEB e a Prova Brasil utilizam, em sua metodologia, Matrizes de Referência com a descrição das competências e habilidades que os alunos devem dominar em cada série avaliada. A Matriz de Referência é o referencial curricular do que é proposto para ser avaliado em cada disciplina e série e foi elaborada com base nos PCN (BRASIL, 2009). Ela apresenta temas com descritores que indicam as habilidades avaliadas e são usados para guiar a produção dos itens a serem utilizados nos testes. Um descritor pode ser entendido como um comando para a redação de um item ou uma forma de descrever o item já redigido.

A estruturação da Matriz de Referência constitui uma etapa importante do processo de avaliação porque ela é o instrumento que determina o que será medido através dos itens. Assim, a competência matemática avaliada pelo SAEB e pela Prova Brasil é caracterizada pela capacidade de o aluno resolver itens delimitados pelas especificações da Matriz de Referência. Como principal fonte de referência, essa

matriz utiliza os PCN, dada a sua aceitação no meio escolar e a influência do mesmo nos currículos e nas práticas educativas.

Para a 8ª série/9ª ano do Ensino Fundamental, cuja faixa etária faz correspondência com a do PISA, a Matriz de Referência do SAEB possui os seguintes temas: Espaço e Forma, Grandezas e Medidas, Números e Operações/Álgebra e Funções, Tratamento da Informação. Apresentamos, no Anexo VI, a matriz de referência do SAEB 2001 para a 8ª série do Ensino Fundamental, que será utilizada na análise dos itens de Incerteza.

A Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais, nos anos de 1997 e 1998, deu início à realização de um projeto com o objetivo de reformular os currículos do Ensino Fundamental e do Ensino Médio da rede estadual. Implantado em 2005, o CBC, assim como os PCN, procura oferecer às escolas estaduais do estado de Minas Gerais uma base curricular comum permitindo aos alunos o acesso ao conjunto de conhecimentos socialmente elaborados e reconhecidos como indispensáveis ao exercício da cidadania. O CBC serve de base para que sejam estabelecidos os parâmetros para a elaboração das avaliações em larga escala dos alunos do estado de Minas Gerais da rede pública estadual e para o planejamento de políticas educacionais. Apresentamos, no Anexo VII, o CBC para o Ensino Fundamental – 6º ao 9º anos (SEEMG, [s.d]).

O PISA dispõe de uma escala de proficiência em Matemática – que apresenta tal área do conhecimento de uma maneira global – e de outras subescalas, uma para cada subárea da Matemática, que relaciona as habilidades específicas que os estudantes devem possuir e as competências gerais que eles devem apresentar em cada nível de proficiência. Essas escalas de proficiência também serão utilizadas nas análises que serão apresentadas posteriormente e, portanto são apresentadas no Anexo V.

A correspondência entre as subáreas da Matemática avaliadas no PISA com os temas da Matemática dos PCN pode ser estabelecida de forma análoga à realizada para a Matriz de Referência do SAEB e para o CBC de Minas Gerais, apresentada no Capítulo 1.

Buscando estimar a proficiência ou habilidade de jovens estudantes, avaliando-os quanto à capacidade de participação ativa na sociedade, o PISA tem utilizado de um modelo estatístico para a estimação de proficiência desses estudantes, intitulado Teoria de Resposta ao Item, que será apresentado no próximo capítulo.

3 A MEDIDA DA COMPETÊNCIA MATEMÁTICA

3.1 INTRODUÇÃO

Não resta dúvida de que cabe aos estatísticos o ajuste dos modelos utilizados para o cálculo da proficiência dos alunos bem como a elaboração das escalas de dados cognitivos no que se refere à parte matemática do processo. Entretanto, com o aumento do interesse dos educadores em compreender os modelos que ultimamente estão sendo utilizados nas avaliações em larga escala e os resultados que vêm sendo divulgados, a fim de aproveitarem as informações obtidas em tais avaliações e poderem de fato compreendê-las e utilizá-las em prol da melhoria da qualidade do ensino ofertado nas escolas brasileiras, consideramos pertinente apresentar uma visão geral, embora simplificada, da TRI, especialmente dos modelos estatísticos utilizados no PISA e no SAEB para o cálculo da proficiência dos alunos.

Apesar de a TRI ser muito utilizada na área educacional, o uso desses modelos também pode ser estendido às ciências sociais, humanas e médicas. Nessas áreas, é frequente a necessidade de medir construtos que não são observáveis de forma direta. Para exemplificar, podemos considerar um estudo em que se tem interesse em registrar o peso ou a altura de um indivíduo. Essas variáveis, peso e altura, podem ser medidas diretamente. Porém, se o interesse for avaliar o capital cultural da família, o nível socioeconômico de um indivíduo ou a competência de um aluno em Matemática, deve-se proceder de forma indireta para obter uma estimativa para esses construtos, devido à impossibilidade de observá-los diretamente. Isso é feito a partir da observação de variáveis indicadoras sobre uma determinada característica não observável (construto latente), suposta contínua, do indivíduo e, então, através do modelo da TRI, consegue-se obter uma estimativa dessa característica para cada elemento da amostra. Às variáveis não observáveis, supostas contínuas, dá-se o nome de variáveis latentes e são denotadas por θ . A escala para avaliação de tais construtos é produzida baseando-se em instrumentos de coletas de dados (questionários, testes, entre outros), que são compostos por itens que operacionalizam o construto de interesse.

Na área educacional, esse modelo é especialmente útil na estimação da proficiência de um aluno, que pode ser entendida como a medida da sua competência, que depende essencialmente de quantos e quais itens ele acertou e não apenas do total de acertos em um teste, como na TCT. Para tal, esse modelo possibilita representar a relação entre a probabilidade de um aluno responder corretamente a um item e sua habilidade na área de conhecimento avaliada.

Não há dúvidas, do ponto de vista pedagógico, de que em um teste existem itens mais difíceis do que outros, assim como há itens que separam melhor os indivíduos que possuem habilidades diferentes, e que, além disso, um aluno pode responder acertadamente um item sem ter conhecimento do assunto. No contexto da TRI, essas características são denominadas parâmetros dos itens, e essa teoria agrega tais informações de modo que a probabilidade de acerto no item dependa não apenas da proficiência do aluno, mas também de algum e/ou alguns desses parâmetros. Assim, a TRI é um conjunto de modelos matemáticos que relacionam a proficiência do aluno com os parâmetros dos itens de modo que quanto maior a proficiência, maior a probabilidade de acerto no item.

Contudo, os dados das avaliações educacionais disponíveis informam apenas as respostas dos alunos e, a partir dessas informações, devemos estimar tanto a proficiência dos alunos como os parâmetros do modelo. Como fazer isto? Em avaliações educacionais, como o PISA, o SAEB e o ENEM, estimam-se os parâmetros dos itens a partir de aplicações preliminares, denominadas pré-testes. A realização do pré-teste é fundamental para estimar o(s) parâmetro(s) do modelo da TRI. Para tal, vários itens são aplicados a uma amostra de alunos comparáveis aos que serão submetidos à avaliação em questão. Uma vez aplicado o pré-teste, começa a fase da análise estatística. Inicialmente, uma determinada distribuição para proficiência dos indivíduos pode ser considerada.

Os programas computacionais assumem que os respondentes constituem uma amostra aleatória de uma população de proficiências, que pode ter uma distribuição normal padrão, uma distribuição discreta especificada pelo usuário ou uma distribuição empírica (ANDRADE e TAVARES, 2000). Partindo dessa distribuição,

estimam-se os parâmetros da TRI, fase que é denominada de calibração dos itens²⁴. Uma vez calibrados os itens, os testes podem ser posteriormente montados levando em consideração as estimativas dos parâmetros dos itens. Depois de aplicar os testes na amostra do estudo principal, a proficiência de cada aluno pode ser estimada considerando-se as respostas dadas por cada aluno a um item e os parâmetros anteriormente calibrados. Assim, o procedimento mais usual é determinar as estimativas que tornam mais prováveis as respostas observadas. Com base no Método da Máxima Verossimilhança, o valor que dá a maior probabilidade de se observar o perfil de respostas produzido por cada aluno é a proficiência estimada do aluno.

Evidentemente, devido à grande quantidade de parâmetros que exigem compilação e à complexidade das operações a serem realizadas, isso deve ser feito por um programa computacional. Os modelos da TRI podem ser ajustados por vários programas computacionais, entre eles o BILOG, que é o *software* mais utilizado em avaliações educacionais no Brasil.

A literatura dispõe de vários modelos de TRI, e a escolha do modelo adotado em uma análise depende essencialmente de três fatores: (i) da natureza do item (dicotômico ou não), (ii) da quantidade de populações envolvidas, (iii) do número de traços latentes (habilidade) que está sendo medido (ANDRADE *et al.*, 2000).

O modelo logístico de 1 parâmetro, denominado modelo Rasch, é o modelo usado no PISA para estimar a proficiência dos alunos, razão pela qual se justifica a próxima seção. O modelo logístico de 3 parâmetros é o modelo mais utilizado para estimar a proficiência de alunos nas avaliações em larga escala brasileiras. Assim, esse modelo também será apresentado neste capítulo.

3.2 O MODELO RASCH PARA ITENS DICOTÔMICOS

Esta seção apresenta uma introdução ao modelo Rasch e está baseada nos textos da OCDE (2005b, 2009). Para tal, utilizaremos o exemplo do referido documento.

²⁴ Outra maneira de calibrar os itens é através do método de Máxima Verossimilhança Marginal, um artifício usado quando as proficiências são desconhecidas, por meio de um procedimento que torna a função de verossimilhança independente das proficiências.

Este exemplo, embora não esteja relacionado à área educacional, nos permite fazer uma analogia e melhorar a nossa compreensão a respeito de alguns conceitos.

Iniciaremos com a suposição de que estamos interessados em estimar o desempenho de um atleta na categoria de salto em altura. Esse desempenho poderia ser expresso de maneiras diferentes, como por exemplo: o seu melhor resultado individual, a média dos seus resultados durante um determinado período de tempo, o resultado mais frequente em um determinado período de tempo, o seu melhor resultado de salto em altura em uma olimpíada, entre outros.

Agora, vamos considerar a proporção de saltos válidos por altura da barra nas competições de um determinado ano, para dois atletas desta categoria. Essa proporção, calculada a partir dos dados já observados, é uma medida da probabilidade de um atleta conseguir saltar uma determinada altura (em cm). Dessa maneira, estamos considerando que um atleta consegue ou não saltar uma determinada altura, ou seja, estamos trabalhando com um evento dicotômico.

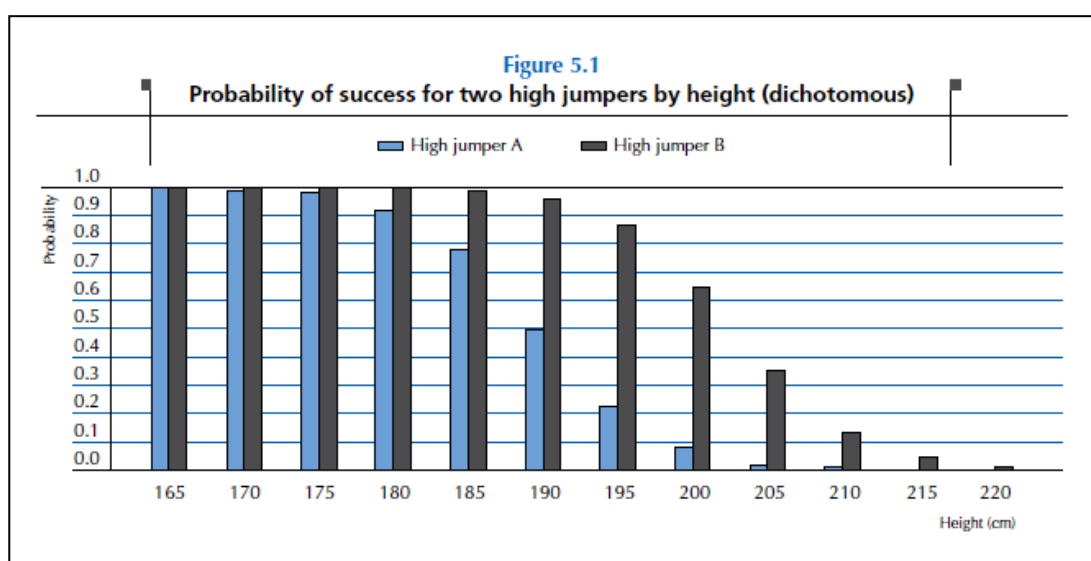


GRÁFICO 1 – Probabilidade de Sucesso para dois Atletas por Altura da Barra (dados dicotômicos)

Fonte: OCDE, 2009, p.80

O Gráfico 1 mostra que os dois atletas sempre conseguem saltar 165 cm. Entretanto, à medida que a altura da barra transversal aumenta, a probabilidade de sucesso diminui progressivamente para os dois atletas, até atingir 0 para ambos em 225 cm. A redução da probabilidade de sucesso ocorre de forma distinta para os

dois atletas: enquanto o atleta A, ao ter que saltar uma barra de 170 cm, já começa ter uma redução na sua probabilidade de sucesso, isso ocorre, para o atleta B, quando ele se depara com uma barra de 185 cm.

Esses dados podem ser tratados através de um modelo estatístico que é capaz de explicar o comportamento de uma variável dicotômica (como o sucesso ou fracasso de um salto) por uma variável contínua (a altura da barra) que é denominado modelo de regressão logística. O ganho associado ao resultado do ajuste desse modelo é que ele permite estimar a probabilidade de sucesso do atleta, ou seja, de ele conseguir saltar a barra, dada qualquer altura (em uma escala contínua). O Gráfico 2 ilustra o ajuste deste modelo.

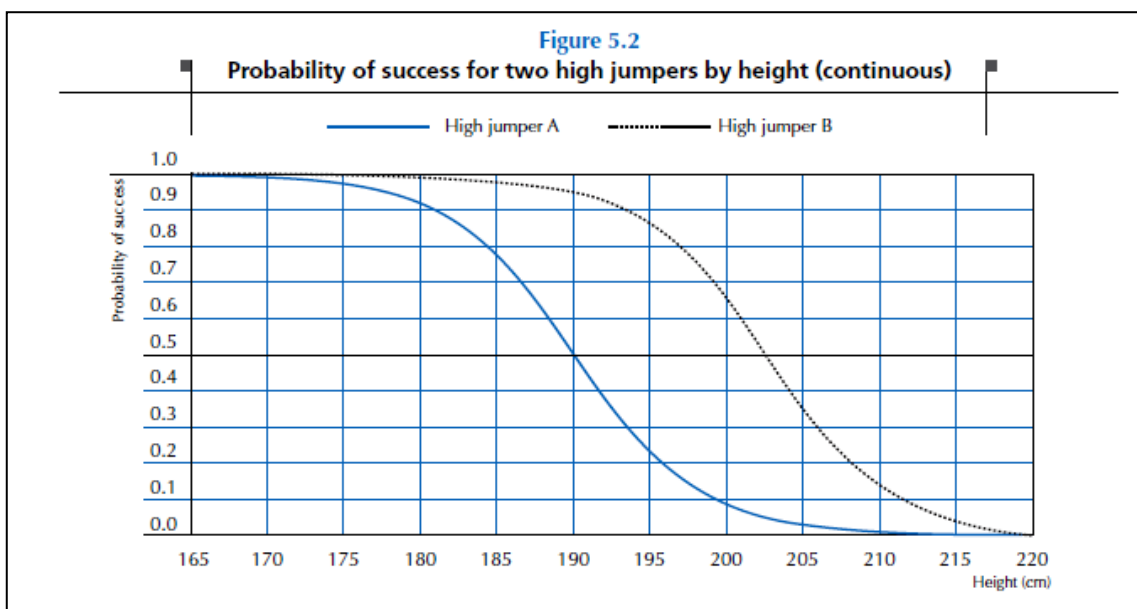


GRÁFICO 2 – Probabilidade de Sucesso para dois Atletas por Altura da barra (dados contínuos)

Fonte: OCDE, 2009, p.81

Nesse gráfico, a curva da esquerda representa a probabilidade de sucesso do atleta A, e a curva da direita representa a probabilidade de sucesso do atleta B. Por convenção, o nível de desempenho do atleta pode ser definido como a altura da barra que corresponde a uma probabilidade de sucesso do atleta igual a 0,5. É bastante razoável considerar essa maneira de estimar o desempenho do atleta uma vez que, acima de 0,5, a probabilidade de sucesso é maior que a probabilidade de fracasso e, abaixo desse valor, vale o inverso. Assim, no exemplo acima, percebe-se claramente que o desempenho do atleta A é 190 cm. Entretanto, o desempenho do atleta B deveria ser estimado pelo modelo, já que ele não pode ser diretamente

observado pelos dados. A estimativa do desempenho do atleta B através deste modelo é 202,5 cm. O tipo de abordagem ilustrada acima tem uma propriedade importante: tanto a altura da barra transversal - nível de dificuldade do salto - quanto o desempenho dos atletas são expressos na mesma escala, ou seja, em centímetros.

No caso do desempenho dos alunos em um teste, a lógica do modelo Rasch é a mesma. Assim como um atleta obtém ou não sucesso em um determinado salto, um aluno acerta ou erra um item em um teste. Além disso, a dificuldade de um item seria análoga à dificuldade do salto com base na altura da barra. O modelo Rasch para dados cognitivos cria um *continuum* onde tanto o desempenho do aluno quanto a dificuldade do item são localizados e uma função de probabilidade relaciona estes dois componentes.

Do ponto de vista matemático, o modelo proposto por Rasch, em 1960, constitui um modelo dicotômico na sua forma mais simples.

$$\text{Seja } X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se o indivíduo } j \text{ acerta o item } i \\ 0, & \text{se o indivíduo } j \text{ erra o item } i. \end{cases}$$

O modelo Rasch prediz a probabilidade de que um aluno j , com uma proficiência denotada por θ_j , forneça uma resposta correta para o item i de dificuldade b_i , é igual a:

$$P(X_{ij} = 1 | \theta_j, b_i) = \frac{\exp(\theta_j - b_i)}{1 + \exp(\theta_j - b_i)} \quad (1).$$

- θ_j representa a habilidade ou traço latente do j -ésimo indivíduo;
- $P(X_{ij} = 1 | \theta_j)$ é a probabilidade de um indivíduo j com habilidade θ_j responder corretamente ao item i ;
- b_i é o parâmetro de dificuldade (ou de posição) do item i e representa a habilidade necessária para uma probabilidade de acerto igual a 0,5.

A equação (1) resulta em uma curva que representa a relação entre a proficiência do aluno (eixo x) e a probabilidade de ele acertar um item (eixo y) que é denominada Curva Característica do Item (CCI). De acordo com esse modelo, pode-se afirmar que quando a proficiência “ θ ” do aluno é igual ao nível de dificuldade “ b ” do item ($\theta = b$), a probabilidade de acerto do item é igual a 0,5. Isso pode ser facilmente observado abaixo.

$$P(X_{ij} = 1 | \theta, b) = \frac{\exp(\theta - b)}{1 + \exp(\theta - b)} = \frac{\exp(\theta - \theta)}{1 + \exp(\theta - \theta)} = \frac{\exp(0)}{1 + \exp(0)} = \frac{1}{1 + 1} = 0,5.$$

Seguindo o mesmo raciocínio, caso a proficiência do aluno seja maior do que a dificuldade do item, a probabilidade de acerto será maior que 0,5 e, caso a proficiência do aluno seja menor que a dificuldade do item, a sua probabilidade de acerto será menor que 0,5.

O Gráfico 3 mostra que um aluno com uma proficiência zero tem uma probabilidade 0,5 de acertar um item de dificuldade zero e uma probabilidade igual a 0,5 de errar o mesmo item. Um aluno com uma proficiência igual a -1 tem uma probabilidade igual a 0,27 de acertar o item e uma probabilidade igual a 0,83 de errar o mesmo item, conforme mostra a Tabela 2.

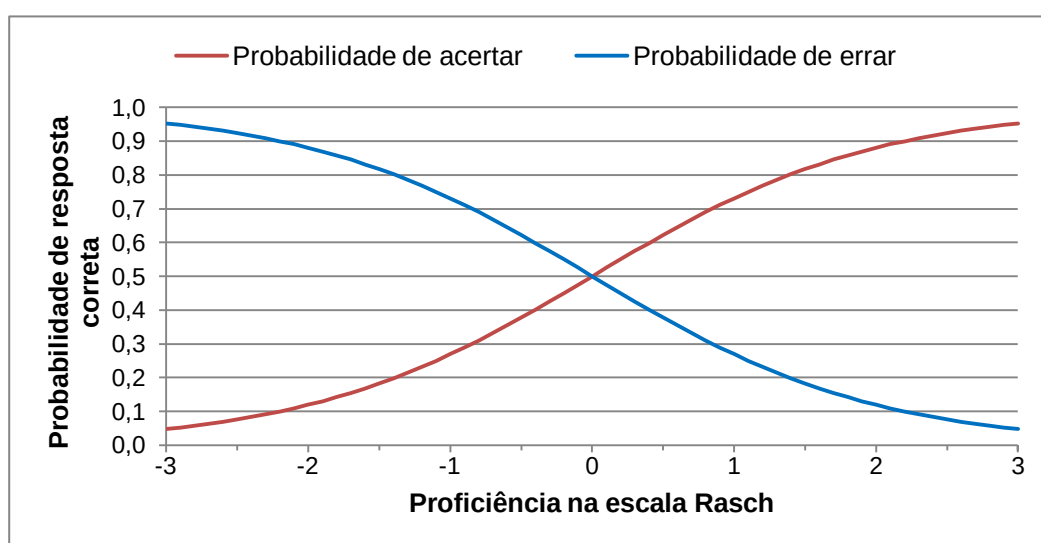


GRÁFICO 3 – Probabilidade de um Aluno Acertar um Item de Dificuldade Zero como Função da sua Proficiência
Fonte: Elaboração própria com base no modelo Rasch

Outro aluno com proficiência igual a 1 possui uma probabilidade igual a 0,83 de acertar o item e uma probabilidade igual a 0,27 de errar o mesmo item de dificuldade zero. Isso mostra que, para um determinado item, quanto mais a direita da escala estiver a proficiência do aluno, maior a sua probabilidade de acerto em um item.

Um melhor entendimento desse modelo pode ser obtido por meio de comparações entre o que acontece com a probabilidade de o aluno acertar o item quando alteramos a dificuldade do item e a proficiência dos alunos.

TABELA 2 - Probabilidade de um Estudante Acertar o Item

Proficiência do Aluno	Dificuldade do Item	Probabilidade de acerto
-1	-1	0,50
0	0	0,50
-1	0	0,27
0	1	0,27
-1	-2	0,73
0	-1	0,73
-1	1	0,12
0	2	0,12
-1	-3	0,88
0	-2	0,88

Fonte: Elaboração própria com base no documento da OCDE, 2005b.

As probabilidades da Tabela 2 foram obtidas por meio da substituição, na equação (1), dos valores da proficiência do aluno e da dificuldade do item. Esses resultados nos permitem observar que, independentemente da localização da proficiência do estudante e da dificuldade do item no contínuo *Rasch*:

- quando a proficiência do aluno é igual à dificuldade item, a probabilidade de sucesso será sempre igual a 0,50.
- se a dificuldade dos itens ultrapassa a proficiência do estudante em uma unidade, então a probabilidade de sucesso será sempre igual a 0,27.
- se a proficiência do estudante excede a dificuldade do item por uma unidade, a probabilidade de sucesso será sempre igual a 0,73.

E ainda: se duas unidades separam a proficiência dos alunos e a dificuldade do item, a probabilidade de sucesso será igual a 0,88 quando a proficiência do estudante for maior do que a dificuldade do item e igual a 0,12, em caso contrário, o que pode ser constatado observando os dados da Tabela 2. Isso evidencia que, segundo este modelo, o único fator que influencia a probabilidade de um aluno acertar o item é a distância no *continuum Rasch* entre a sua proficiência e a dificuldade do item.

Considerando que em situações reais a resposta de um aluno será correta ou incorreta, parece não ter significado falar de uma probabilidade igual a 0,5 de sucesso. Entretanto, as seguintes interpretações podem ser feitas: se 200 alunos, cada um com uma proficiência igual a 0 tem que responder a um item de dificuldade 0, então o modelo irá prever 100 alunos com respostas corretas e 100 alunos com respostas incorretas; para um aluno com uma proficiência 0 que precisa responder 200 itens, todos de dificuldade 0, então o modelo irá prever 100 respostas corretas e 100 respostas incorretas.

Assim, o Modelo Rasch, por meio de uma função probabilística, constrói uma escala onde se localizam a dificuldade dos itens e a proficiência dos alunos, expressos na mesma métrica. Esse processo é denominado de equalização. Segundo Valle (2001), o significado de equalizar é equiparar, tornar comparável e, no caso da TRI, “significa colocar parâmetros de itens vindos de provas distintas ou habilidades de respondentes de diferentes grupos na mesma métrica.” Depois que as dificuldades dos itens foram colocadas na escala Rasch, as proficiências dos alunos podem ser estimadas. De modo geral, o valor do parâmetro θ (neste caso, a proficiência do aluno) é estimado utilizando o Método da Máxima Verossimilhança, cuja ideia é a de estimar o valor de θ que produz a maior probabilidade de se observar o conjunto de respostas, também denominado perfil de respostas, dadas pelo aluno. No caso do PISA, considera-se uma correção no Estimador de Máxima Verossimilhança conforme proposto por Warm em 1989, com o objetivo de corrigir o pequeno vício das estimativas de Máxima Verossimilhança (Warm, 1989 *apud* OCDE, 2005b). Assim, o PISA estima a proficiência do aluno através das estimativas de Máxima Verossimilhança Ponderadas (WLE) aplicando pesos às estimativas de Máxima Verossimilhança segundo a proposta de Warm. Maiores detalhes desse processo são encontrados em OCDE (2005b).

O ajuste de um modelo da TRI também produz uma outra curva muito importante: a Curva de Informação do Item. O gráfico dessa curva mostra para qual intervalo de θ (proficiência) um determinado item fornece maior quantidade de informação. Dito de outra maneira, essa curva informa a contribuição do item na estimação da escala de proficiência.

3.3 A ESCALA DE PROFICIÊNCIA

Apesar de o Brasil, desde a década de 1990, realizar avaliações sistêmicas, sendo a mais importante o SAEB e, a partir de 1995, ter incorporado uma nova metodologia na análise de dados²⁵ dessa avaliação, a utilização do instrumental técnico e estatístico usado em tais avaliações ainda é muito pouco familiar aos gestores e educadores. De modo especial, o entendimento do conceito da escala de proficiência ainda não se deu de forma satisfatória e não é raro deparar com diretores e professores perplexos diante dos resultados das avaliações, sem entenderem o significado pedagógico daqueles números que delas originaram.

Após colocar os índices de dificuldade dos itens e as proficiências dos alunos em uma mesma métrica, de modo a torná-los comparáveis, pode-se, então, construir escalas de conhecimento interpretáveis, de modo a produzir significados práticos em termos pedagógicos. As proficiências dos alunos que participam de uma avaliação em larga escala são organizadas em uma escala denominada Escala de Proficiência²⁶.

O processo de elaboração dessas escalas envolve várias etapas, como apresentado em Fontanive *et al.* (2007). Essas etapas passam pela definição da população e da área do conhecimento a ser avaliada, a elaboração e aplicação dos testes/provas, a calibração e a equalização dos itens, a definição da escala, a escolha e identificação dos níveis âncora, a interpretação de cada ponto da escala por especialistas da área do conhecimento avaliada e a utilização propriamente dita da escala. Detalhes de cada uma das etapas citadas podem ser encontrados em Fontanive *et al.* (2007) e Andrade *et al.* (2000).

²⁵ A partir de 1995, os dados do SAEB passaram a ser analisados via TRI.

²⁶ A Escala de Proficiência também é denominada de Escala de Habilidades, Escala de Desempenho ou Escala de Conhecimento.

Traduzir o conceito da escala de proficiência em uma linguagem mais acessível ao público não tem sido uma tarefa simples. Fontanive *et al.* (2007) fizeram uma analogia entre um termômetro usado para aferir a temperatura corporal (em graus Celsius) e a escala de proficiência, cuja ideia será brevemente descrita. Esses autores argumentam que, assim como a escala Celsius possui dois pontos de referência, uma origem, que é o ponto de fusão da água (zero graus) e um ponto extremo que é o ponto de ebulição da água (100 graus), sendo graduada em centígrados, a escala de proficiência também possui os seus pontos de referência. De modo geral, os termômetros são graduados de 35° a 42°. Então, se um indivíduo usa um termômetro para medir a sua temperatura corporal e esse acusa 37°, a interpretação disso é que esse indivíduo está em estado febril. Mas, se este mesmo indivíduo obtiver um resultado de 40°, a interpretação seria outra, apontando para a necessidade de reverter o quadro.

Para os autores, considerando uma analogia entre o termômetro e as avaliações educacionais, estas também adotam a sua escala. Na constituição da escala de proficiência, geralmente a origem é o valor médio da proficiência dos alunos e a unidade de medida é o desvio-padrão da distribuição de desempenho/proficiência dos alunos (ANDRADE *et al.*, 2000). Suponha que um aluno obteve uma proficiência de 1,5 e outro aluno obteve uma proficiência de -1 em uma avaliação de Matemática, em uma escala em que a nota média da população avaliada é igual a zero e o desvio-padrão é igual a um, cuja notação é (0,1). O que somos capazes de relatar a respeito desses alunos? Podemos dizer que o primeiro estudante deve possuir um conhecimento muito maior do que o segundo e, também, que o primeiro aluno está a 1,5 desvios-padrão acima da média da população avaliada, enquanto o segundo está a um desvio-padrão abaixo da média da mesma população. Mas nos interessa saber qual é o conhecimento que cada um desses alunos possui, em termos de competência matemática, pois é esta informação que possibilitará as intervenções adequadas. A criação de escalas de proficiência tornou possível a interpretação pedagógica de valores como esses.

De modo geral, os *softwares* trabalham com valores de proficiência na escala (0,1). Dessa maneira, é comum que nos resultados apareçam muitas casas decimais e números negativos. Para contornar essa situação, de modo a apresentar os resultados de maneira mais compreensível, é comum fazer uma transformação

linear em todos os parâmetros envolvidos antes da construção da escala (ANDRADE *et al.*, 2000). No caso do SAEB, a escala de proficiência se baseia em uma média de 250 pontos e um desvio-padrão de 50. Assim, essa escala vai de 0 a 500 pontos. A escala do PISA é diferente da escala do SAEB. Os valores da média e do desvio-padrão da distribuição das proficiências utilizados pelo PISA são 500 e 100 pontos respectivamente. Assim, a escala do PISA vai de 200 a 800 pontos.

A fim de exemplificar a contribuição dessa transformação linear para uma melhor interpretação dos resultados, vamos considerar a CCI de um item em uma escala que possui média zero e desvio-padrão igual a 1 e compará-la com a curva característica desse mesmo item, porém na escala do PISA. Os Gráficos 4 e 5 mostram que o comportamento da curva é exatamente o mesmo, embora o primeiro esteja ilustrando a probabilidade de um aluno acertar um item na escala original (escala antiga) e o segundo esteja ilustrando a probabilidade de o aluno acertar o item na escala do PISA (escala nova). Dito de outra maneira, isso significa, por exemplo, que a probabilidade de um aluno, que possui uma proficiência igual a -2 (por exemplo) na escala original, acertar esse item é igual à probabilidade de um aluno, cuja proficiência é igual a 300 na escala do PISA, acertar esse mesmo item. Assim, dizer que um aluno possui uma proficiência igual a -2 na escala original é o mesmo que dizer que ele possui uma proficiência igual a 300 na escala do PISA.

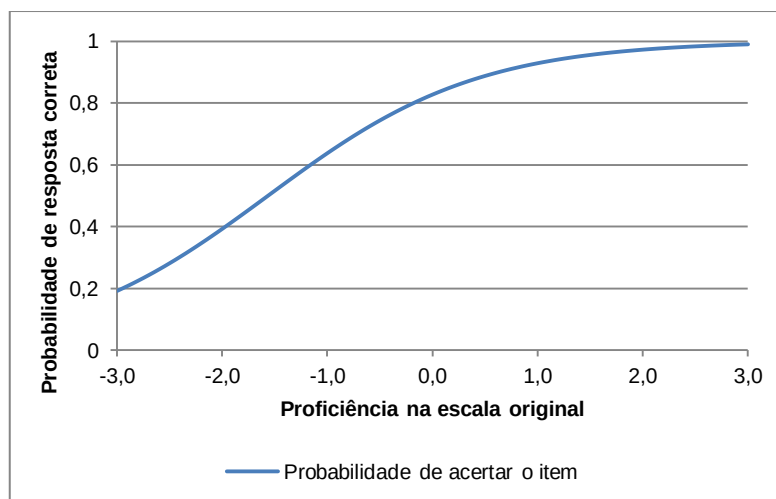


GRÁFICO 4 – Probabilidade de um Aluno Acertar um Item em Função da sua Proficiência na Escala Original

Fonte: Elaboração própria

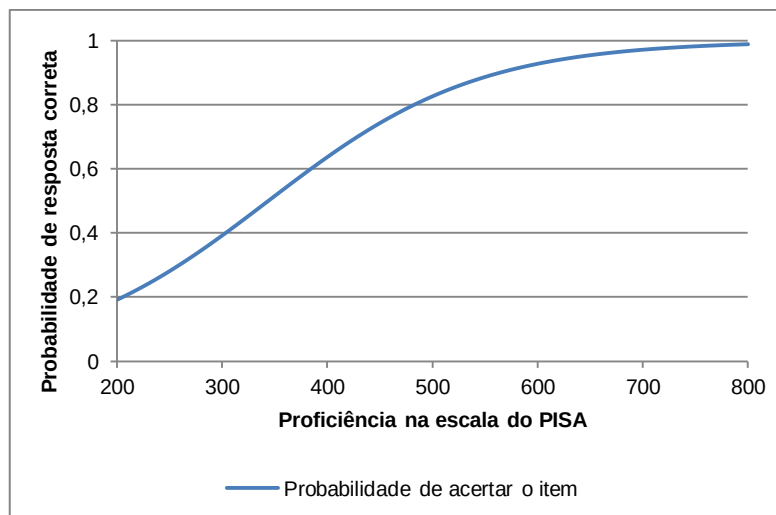


GRÁFICO 5 – Probabilidade de um Aluno Acertar um Item em Função da sua Proficiência na Escala do PISA
Fonte: Elaboração própria

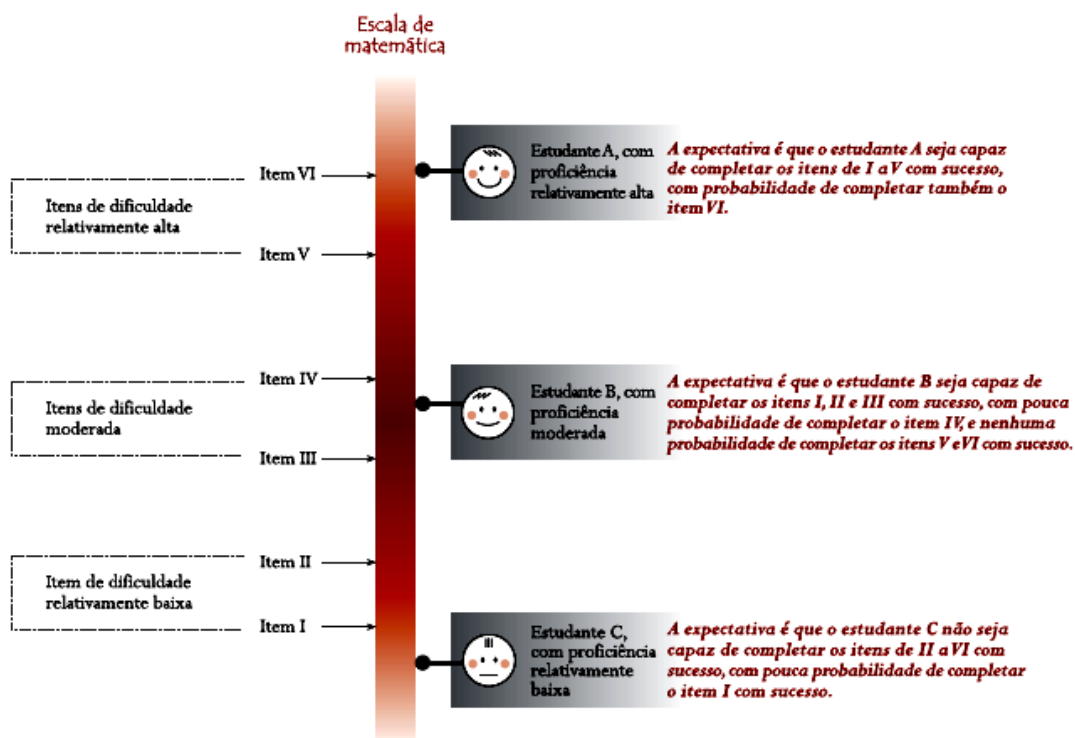
No estudo PISA 2003, foi construída uma escala contínua de letramento matemático, sobre a qual é possível situar cada aluno e estimar o nível de competência matemática que ele demonstrou, e situar cada item e estimar o seu grau de dificuldade, ou seja, o nível de competência matemática que é necessário para resolvê-lo (OCDE, 2005a). A Figura 2 ilustra esta relação.

Para facilitar a interpretação dos resultados dos estudantes avaliados no PISA, com base em análises teóricas a respeito da natureza das competências necessárias para a resolução dos itens, realizadas por especialistas da área, as pontuações nas escalas de letramento matemático foram agrupadas em seis níveis de proficiência associados aos conjuntos de tarefas de dificuldade crescente, categorizados da seguinte maneira:

- Nível 6 - alunos que tiveram uma pontuação maior ou igual a 669 pontos;
- Nível 5 - alunos que tiveram uma pontuação entre 607 e 668 pontos;
- Nível 4 - alunos que tiveram uma pontuação entre 545 e 606 pontos;
- Nível 3 - alunos que tiveram uma pontuação entre 483 e 544 pontos;
- Nível 2 - alunos que tiveram uma pontuação entre 421 e 482 pontos;
- Nível 1 - alunos que tiveram uma pontuação entre 358 e 420 pontos;
- Nível abaixo de 1 - alunos que tiveram menos de 358 pontos.

O que os estudantes conseguem fazer em cada um desses níveis de proficiência é a interpretação pedagógica da escala. Apresentamos no Quadro 1 a descrição dos seis níveis de proficiência da escala global de Matemática do PISA 2003.

FIGURA 2 – A Relação entre Itens e Estudantes em uma Escala de Proficiência



Fonte: OCDE, 2005a, p.45

QUADRO 1 – Descrições Resumidas dos Seis Níveis de Proficiência em Matemática PISA 2003

NÍVEL	O QUE OS ESTUDANTES CONSEGUEM FAZER
6	No nível 6, estudantes conseguem conceituar, generalizar e utilizar informações baseadas em suas investigações, e criar modelos de situações-problema complexas. Conseguem conectar diferentes fontes de informações e representações, e movimentar entre ela com flexibilidade. Estudantes neste nível são capazes de pensar e raciocinar matematicamente de forma avançada. Esses alunos podem aplicar seus conhecimentos para desenvolver abordagens e estratégias para lidar com novas situações através do domínio de operações matemáticas simbólicas e formais. Estudantes neste nível conseguem formular e comunicar precisamente suas ações e reflexões sobre achados, interpretações, argumentos e suas pertinências.

NÍVEL	O QUE OS ESTUDANTES CONSEGUEM FAZER
5	No nível 5, os alunos são capazes de desenvolver trabalhos com modelos sobre situações complexas, identificando constrangimentos e especificando suposições. Podem selecionar, comparar e avaliar estratégias apropriadas de resolução de problemas para lidar com problemas complexos relativos a esses modelos. Alunos nesse nível podem trabalhar estrategicamente utilizando habilidades de raciocínio desenvolvidas e abrangentes, representantes apropriadas, caracterizações simbólicas e formais. Eles podem refletir sobre suas ações formulando e comunicando suas interpretações e raciocínios.
4	Os estudantes do nível 4 podem trabalhar efetivamente com modelos explícitos sobre situações complexas concretas, que podem envolver situações difíceis ou necessitar tomadas de decisões. Podem selecionar e integrar diferentes representações, incluindo simbólicas, ligando-as diretamente a aspectos da vida real. Utilizam habilidades bem desenvolvidas e conseguem refletir de forma flexível, com algum <i>insight</i> , nesses contextos. Conseguem construir e comunicar explicações e argumentos baseados em suas interpretações, argumentos e ações.
3	No nível 3, os estudantes conseguem executar procedimentos claramente descritos, selecionar e pôr em prática estratégias de resolução de problemas simples. Conseguem interpretar e utilizar representações baseadas em diferentes fontes de informação, além de refletir diretamente sobre elas. Podem desenvolver comunicações curtas para relatar suas interpretações, resultados e raciocínios.
2	No nível 2, os estudantes conseguem interpretar e reconhecer situações em contextos que requerem nada além do que uma inferência direta. Eles podem extrair informações relevantes de uma única fonte de informação e utilizar um método de representação. Alunos neste nível podem empregar algoritmos, fórmulas e procedimentos básicos e são capazes de raciocinar de forma direta e realizar interpretações literais de resultados.
1	Encontram-se no nível 1 os estudantes que conseguem responder questões envolvendo contextos familiares, onde toda a informação está presente e as questões estão claramente definidas. Esses alunos são capazes de identificar informações e realizar procedimentos rotineiros, de acordo com instruções diretas em situações explícitas. Podem desempenhar ações óbvias e seguir as informações presentes nos estímulos dos itens.

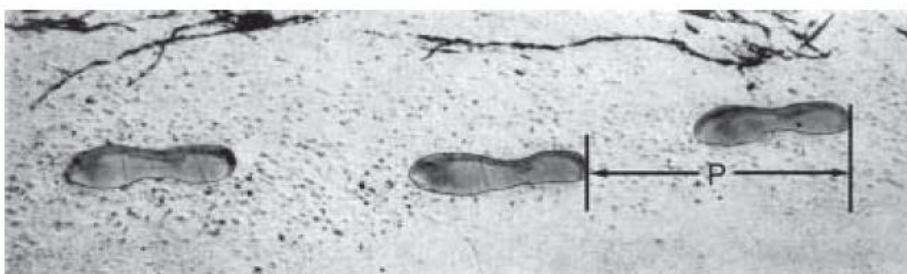
Fonte: OCDE, 2005a, p. 47.

A criação desses níveis permite situar os alunos que têm pontuações semelhantes num mesmo nível de proficiência, e a distância entre dois níveis de proficiência foi estimada em 62 pontos da escala de Matemática. Os alunos que não foram capazes de utilizar as habilidades matemáticas necessárias à resolução das tarefas mais simples do estudo PISA foram classificados “abaixo do nível 1” e obtiveram uma pontuação inferior a 358 pontos (OCDE, 2005a). Eles correspondem a 11% do total de estudantes dos países da OCDE. No caso do Brasil, a realidade é bastante preocupante: 53,3% dos estudantes brasileiros foram classificados abaixo do nível 1 na escala de Matemática do PISA 2003. Entretanto, não é correto dizer que esses alunos “não sabem nada” de Matemática. O que podemos afirmar é que eles não foram capazes de resolverem as tarefas mais simples avaliadas no PISA 2003.

No Anexo V, apresentamos uma síntese das descrições dos seis níveis de proficiência em Matemática para a subescala de Incerteza, incluindo uma especificação das competências gerais que os alunos deverão ter em cada nível, bem como das tarefas que deverão ser capazes de executar nesta subárea da Matemática.

Objetivando aplicar os conceitos de dificuldade do item apresentado no Modelo *Rasch* e a escala de proficiência do PISA, a fim de melhorar a compreensão e relacionar os aspectos estatísticos e pedagógicos inerentes aos itens, apresentamos, na sequência, um exemplo de um item aplicado no PISA 2003 acompanhado de uma pequena interpretação dos conceitos supracitados.

FIGURA 3 – Item do PISA 2003 - Caminhando



A figura mostra a pegada de um homem caminhando. O comprimento do passo P é a distância entre a parte posterior de duas pegadas consecutivas. Para homens, a fórmula, $\frac{n}{p} = 140$, dá uma relação aproximada entre n e P onde,
 n = número de passos por minuto, e P = comprimento do passo em metros.

QUESTÃO 1

Se a fórmula se aplica ao andar de Heitor e ele anda 70 passos por minuto, qual é o comprimento do passo de Heitor?

Fonte: Retirado de Brasil, 2011, p.10.

Para resolver esse item, o aluno deverá realizar uma substituição em uma fórmula simples e executar cálculos de rotina. Portanto, deve perceber que, se $n/p = 140$, e $n = 70$, para encontrar o valor de p , basta substituir o valor de n na fórmula dada, o que lhe permitirá encontrar um valor igual a 0,5 metros.

Esse item requer as habilidades “refletir sobre as relações entre fórmulas algébricas e seus dados subjacentes” e “analisar e aplicar uma fórmula apresentada em uma situação da vida real”, apresentando o conteúdo matemático da subárea de *Mudanças e Relações*. Refletir sobre a Matemática embutida nesse fenômeno cotidiano e percebê-lo faz parte da aquisição de letramento em matemática. Segundo o modelo teórico do PISA, esse é um item de *resposta construída aberta*, que apresenta a Matemática em uma *situação pessoal* e que se enquadra no grupo de competências de *reprodução*.

No PISA 2003, o parâmetro de dificuldade estimado para esse item foi igual a 611 pontos. Isso significa que, na escala de proficiência de Matemática, na subárea de *Mudanças e Relações*, um aluno com uma proficiência igual a 611 tem uma probabilidade igual a 0,5 de acertar esse item. Ou seja, de modo geral, conseguem resolver esse item alunos que possuem valores altos de proficiência, que estão classificados no *nível 5* da escala de proficiência dessa subárea da Matemática. Considerando os resultados do PISA 2003, apenas 1,2% dos alunos brasileiros se encontravam nesse nível.

Conforme anunciado anteriormente, a análise dos itens sigilosos da subárea de Incerteza, principal foco desta pesquisa, foi realizada dentro do INEP, acessando as provas originais do PISA 2003. Nessa oportunidade, aproveitei para verificar se a redação, as figuras e os gráficos de todos os itens liberados de Matemática, da prova de 2003, estavam iguais à dos itens disponibilizados no *site* do INEP. Para o item que estamos apresentando neste momento, verificamos que a sua redação, na

prova original, estava um pouco diferente daquela que encontramos no *site*. Esse item está assim redigido:

FIGURA 4 – Item do PISA 2003 – Caminhando – Redação Original

A figura mostra as pegadas de um homem caminhando. O comprimento do passo P é a distância entre a parte posterior de duas pegadas consecutivas.

Para homens, a fórmula $\frac{n}{p} = 140$ dá uma relação aproximada entre n e P onde,

n = número de passos por minuto, e

P = comprimento do passo em metros.

QUESTÃO 1

Se a fórmula se aplica ao caminhar de Heitor e ele anda 70 passos por minuto, qual é o comprimento do passo de Heitor? Mostre como você resolveu.

3.4 O MODELO LOGÍSTICO DE TRÊS PARÂMETROS (ML3)

O cálculo da proficiência dos alunos no ENEM, na Prova Brasil e no SAEB, realizado pelo INEP, utiliza o modelo logístico unidimensional de três parâmetros, brevemente descrito abaixo.

Defina:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se o indivíduo } j \text{ responde corretamente o item } i \\ 0, & \text{se o indivíduo } j \text{ responde erroneamente o item } i. \end{cases}$$

A expressão matemática do modelo logístico de 3 parâmetros é dada por (HAMBLETON *et al.*, 1991):

$$P(X_{ij} = 1 | \theta_j) = c_i + (1 - c_i) \frac{1}{1 + \exp\{-Da_i(\theta_j - b_i)\}}. \quad (2)$$

com $i = 1, 2, \dots, I$, e $j = 1, 2, \dots, n$, onde:

- θ_j representa a habilidade ou traço latente do j -ésimo indivíduo;

- $P(X_{ij} = 1 / \theta_j)$ é a probabilidade de um indivíduo j com habilidade θ_j responder corretamente ao item i ;
- a_i é o parâmetro de discriminação (ou de inclinação) do item i , com valor proporcional à inclinação da curva gerada pela equação (2) no ponto b_i , que indica o quanto indivíduos de diferentes habilidades diferem em relação à probabilidade de acertar um item;
- b_i é o parâmetro de dificuldade (ou de posição) do item i , e representa a habilidade necessária para uma probabilidade de acerto igual a $(1+c)/2$.
- c_i é o parâmetro referente ao acerto aleatório, também chamado de probabilidade de acerto ao acaso.
- D é um fator de escala, constante e igual a 1. Utiliza-se o valor de 1,7 quando se deseja que a função logística forneça resultado semelhante ao da função ogiva normal.

A elaboração de um bom teste depende do conhecimento do comportamento estatístico de cada item que o compõe. Como já mencionado, esse comportamento pode ser representado por uma curva, denominada Curva Característica do Item (CCI), cuja finalidade é relacionar a proficiência do aluno com a probabilidade dele acertar um determinado item. O Gráfico 6 ilustra essa relação.

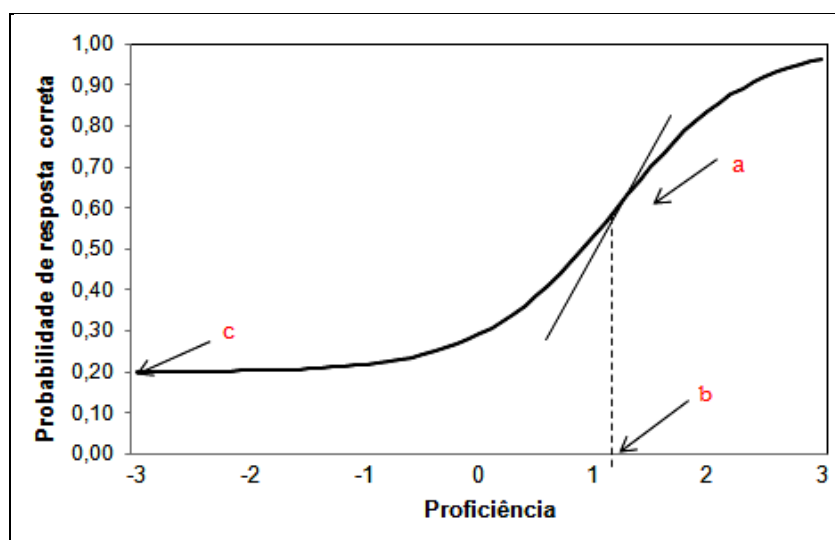


GRÁFICO 6 - Exemplo de uma Curva Característica do Item
Fonte: Elaboração própria

Percebe-se que o modelo proposto se baseia no fato de que os indivíduos que possuem os maiores valores de habilidade (proficiência) também possuem a maior probabilidade de acertar o item, mas essa relação não é linear, pois a CCI tem forma de “S”, originada de uma função logística.

A escala de medida da proficiência pode ser ajustada para fins pedagógicos e é arbitrária. Nessa escala, o que importa são as relações de ordem existentes entre seus pontos e não necessariamente a sua magnitude. Aqui, por exemplo, ela está variando de -3 até +3, que são valores genéricos disponibilizados pelos *softwares*.

O parâmetro a , denominado de discriminação do item, deve assumir valores maiores ou iguais a zero e é proporcional à derivada da curva no ponto de inflexão. Isso significa que itens com pouco poder de discriminação possuem baixos valores de a , indicando que alunos com habilidades muito diferentes têm aproximadamente a mesma probabilidade de acertarem o item. Valores altos de a indicam itens que possuem alto poder de discriminação, com curvas características muito íngremes. Os valores de a estão relacionados com a capacidade do item para separar os alunos que sabem dos que não sabem aquilo que está sendo avaliado.

O parâmetro b é medido na mesma escala da habilidade de modo que quanto menor o valor de b mais fácil será o item.

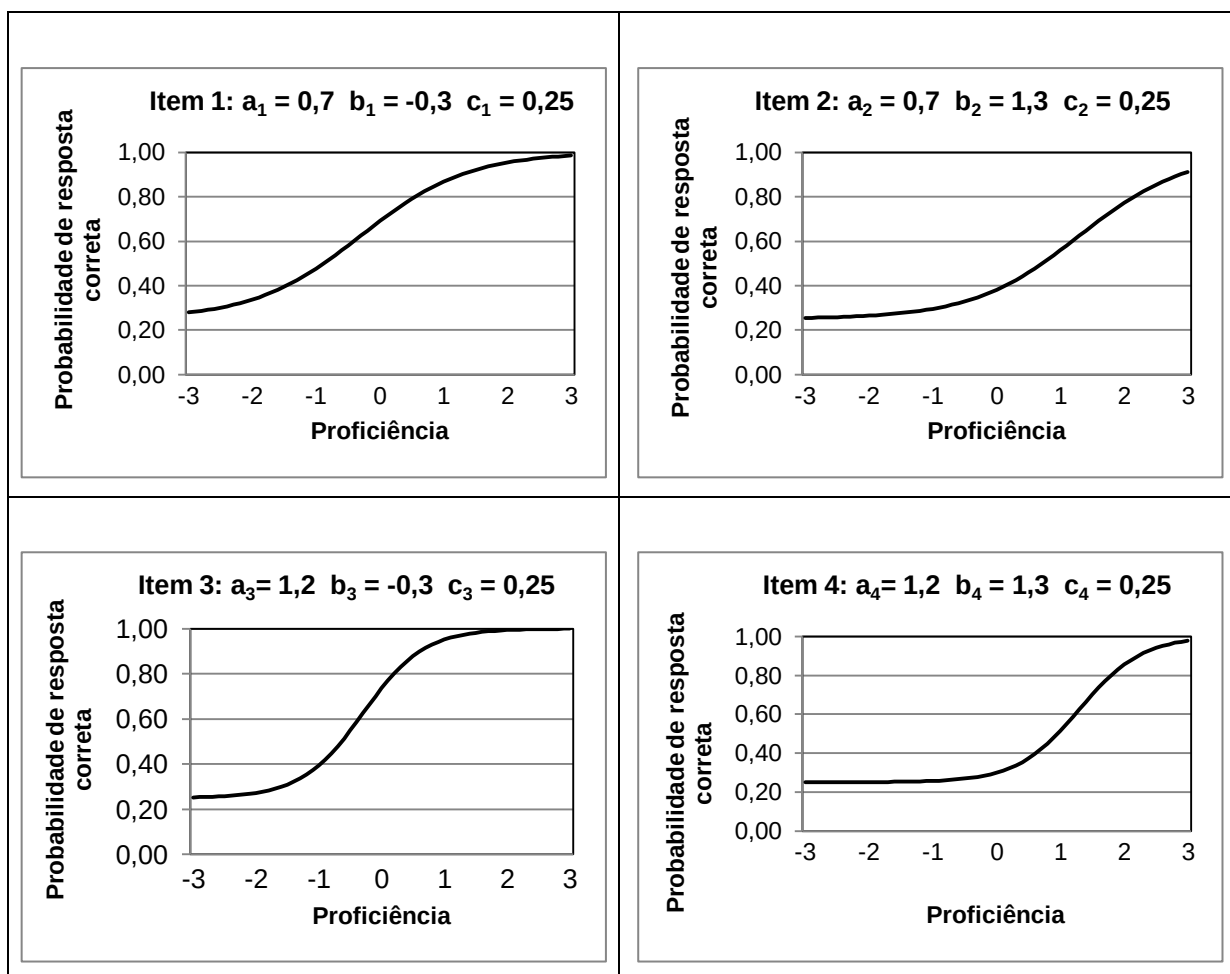
O parâmetro c é uma medida do acerto ao acaso, pois mesmo os alunos de baixa habilidade possuem chance de acertarem o item “no chute”. Esse parâmetro é uma probabilidade e, portanto, necessariamente c assume um valor maior ou igual a zero e menor ou igual a 1.

A Figura 5 apresenta alguns exemplos de CCI com diferentes combinações de valores dos parâmetros a e b . Nela, ao analisar a CCI do item 1 em relação a cada um dos parâmetros, percebe-se que o parâmetro c é igual a 0,25 para todos os itens, significando que a probabilidade de um aluno que possui uma proficiência baixa acertar esse item é 0,25. Ou seja, essa é a probabilidade de um aluno acertar esse item no “chute”, ou, mais tecnicamente, ao acaso. O parâmetro b , igual a -0,3, expressa a dificuldade do item 1 e pode ser interpretado como a proficiência necessária para um aluno acertar o item com probabilidade igual a

$0,625=(1+0,25)/2$. Em relação ao parâmetro a , nesse caso igual a $0,7$, pode-se afirmar que ele representa a inclinação da tangente à curva no ponto em que $b=-0,3$.

Comparando-se os gráficos dos itens 1 e 2, que ilustram uma modificação apenas no parâmetro b (dificuldade), percebe-se um deslocamento horizontal na CCI, mas sem alteração da sua forma. O item 2, que possui o maior valor do parâmetro b , exige uma proficiência maior (representada pelo deslocamento horizontal) para a mesma probabilidade de resposta correta. Por exemplo, para que um aluno acerte o item 1 com probabilidade igual a $0,625$, ele precisa ter uma proficiência de $-0,3$ e, para acertar o item 2 com essa mesma probabilidade, a proficiência requerida é $1,3$, ou seja, o item 2 é mais difícil do que o item 1 (exige proficiência maior para a mesma probabilidade de resposta correta).

FIGURA 5 – Influência dos Parâmetros na Curva Característica do Item



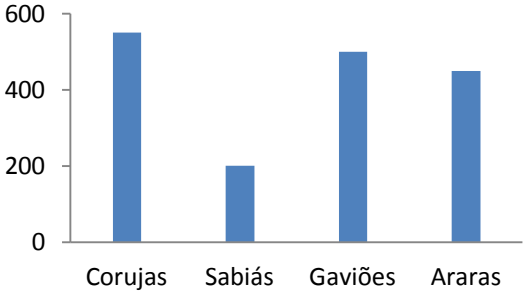
Fonte: Elaboração própria

Por outro lado, comparando-se os gráficos dos itens 2 e 4, que ilustram uma modificação apenas no parâmetro a (discriminação), percebe-se uma modificação na forma da curva e uma inclinação mais acentuada da curva do item 4 do que do item 2, no ponto b (igual a 1,3). Isso significa que o item 4 discrimina melhor os alunos na faixa de proficiência próxima de “b”. Por exemplo, ao considerar a diferença entre as probabilidades de resposta correta de dois alunos com habilidades 2 e 1, respectivamente, tem-se que essa diferença é maior no item 4 ($0,8549 - 0,5137 = 0,3412$) do que no item 2 ($0,7727 - 0,5588 = 0,2139$). Valores baixos de a indicam que o item possui pouco poder de discriminação, o que significa que alunos com habilidades muito diferentes possuem probabilidades muito próximas de acertarem o item. No caso extremo, em que $a = 0$, a curva gerada seria uma reta paralela ao eixo da proficiência, e a consequência disso é que a probabilidade de acertar o item é a mesma para todos os alunos, independente da sua habilidade.

Quanto maior o valor do parâmetro “b” mais a CCI demora a subir, isto é, somente os alunos com maior proficiência têm maiores chances de acertar esse item, justificando porque os itens 2 e 4 são mais difíceis do que os itens 1 e 3. Uma modificação no parâmetro c (acerto aleatório), mantendo constantes os demais parâmetros, implicaria um deslocamento vertical na CCI, mas sem alteração da sua forma. Para ilustrar o comportamento desses parâmetros, apresentamos a seguir um exemplo de dois itens que foram utilizados no projeto GERES²⁷ e apresentados no trabalho de Ubriaco (2009).

²⁷ O projeto GERES é um projeto de cunho longitudinal, desenvolvido no período de 2005 a 2008, cujo foco se centra na investigação das práticas educativas e das condições escolares que contribuem para a eficácia e equidade escolar. A amostra desse estudo foi composta por alunos do 2º ano do ensino fundamental (anteriormente denominado 1ª série), em 2005, em escolas públicas e privadas de Belo Horizonte, Campinas, Campo Grande, Rio de Janeiro e Salvador.

FIGURA 6 – Itens do Projeto Geres

Item 1 - M040067GE Na escola de Caio houve uma eleição para escolher a chapa dirigente do grêmio. Veja, abaixo, o gráfico com o resultado da eleição.  Qual foi a chapa vitoriosa? A) Corujas. B) Sabiás. C) Gaviões. D) Araras. Parâmetros do item: a= 1,38, b= -2,09 e c= 0,21	Item 2 - M040065GE Roberto fez uma tabela de altura de jogadores de basquete. Observe. <table border="1" data-bbox="933 481 1292 795"> <thead> <tr> <th>Jogador</th> <th>Altura</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anderson</td> <td>1,92 m</td> </tr> <tr> <td>Ratto</td> <td>1,85 m</td> </tr> <tr> <td>Pipoka</td> <td>2,04 m</td> </tr> <tr> <td>Warren</td> <td>2,04 m</td> </tr> <tr> <td>Caio</td> <td>1,95 m</td> </tr> </tbody> </table> Qual é o jogador mais baixo desse time de basquete? A) Anderson. B) Ratto. C) Pipoka. D) Caio. Parâmetros do item: a= 0,83, b= -1,26 e c= 0,04	Jogador	Altura	Anderson	1,92 m	Ratto	1,85 m	Pipoka	2,04 m	Warren	2,04 m	Caio	1,95 m
Jogador	Altura												
Anderson	1,92 m												
Ratto	1,85 m												
Pipoka	2,04 m												
Warren	2,04 m												
Caio	1,95 m												

Fonte: Retirado de Ubriaco, 2009, p.67 e p.71.

O Gráfico 7 foi construído com os valores dos parâmetros que foram estimados na fase da análise de dados do Projeto Geres. Nesta pesquisa, estamos utilizando esses itens apenas como uma ilustração da discussão apresentada no presente capítulo.

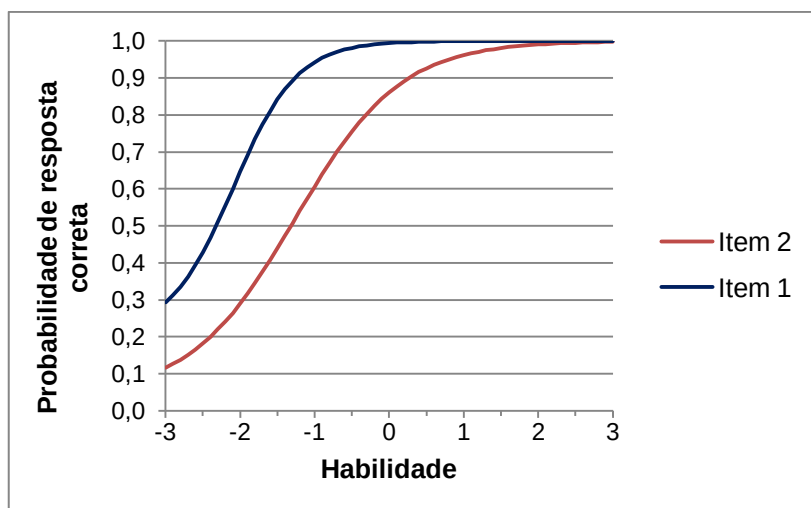


GRÁFICO 7 – Curvas Características dos Itens 1 e 2 do Projeto Geres

Fonte: Elaboração própria com as estimativas dos parâmetros

O Gráfico 7 revela que o item 1 tem um poder de discriminação maior que o item 2. Isso pode ser facilmente visualizado, comparando-se a inclinação das duas curvas, e constatado, comparando-se os valores do parâmetro a estimado para os dois itens, ou seja, $a_1 = 1,38$ é maior que $a_2 = 0,83$. Em relação à dificuldade dos itens, percebe-se que o item 2 é mais difícil do que o item 1, o que pode ser observado através da translação horizontal entre as duas curvas e constatado verificando-se que ele exige uma proficiência maior, igual a $-1,26$, enquanto para o item 1, essa proficiência é de $-2,09$. Considerando o acerto ao acaso, pode-se verificar que o item 1 é mais fácil de ser acertado ao acaso pois possui um valor do parâmetro $c = 0,21$, maior que o valor desse mesmo parâmetro no caso do item 2, ou seja, em que ele é $0,04$. Isso pode ser facilmente percebido através do deslocamento vertical das curvas. Esses resultados indicam que o item 1, que demanda habilidades de ler, selecionar e interpretar informações em gráficos de colunas, discrimina melhor os alunos que sabem e que não sabem resolvê-lo, entretanto, o item 2, que exige habilidades parecidas com as do item 1, de ler, selecionar e interpretar informações em tabelas, é mais difícil de ser acertado.

4 A PROFICIÊNCIA EM MATEMÁTICA NO PISA

Este capítulo apresenta um panorama geral do desempenho dos alunos brasileiros, especialmente em Matemática, visando a um melhor entendimento da resposta brasileira frente a um teste internacional das competências de jovens de 15 anos: o PISA. Para tal, uma descrição dos países participantes de todas as edições desse teste e uma descrição da amostra brasileira serão inicialmente apresentadas. Posteriormente, serão mostradas algumas análises da proficiência dos alunos em Matemática nas diferentes edições do PISA. Os resultados do PISA 2003 são especialmente importantes porque, nessa edição, o PISA teve como a principal área avaliada a Matemática, motivo pelo qual abordaremos a realização desse ano mais detalhadamente.

4.1 OS PAÍSES PARTICIPANTES

A primeira edição do PISA, realizada em 2000, contou com a participação de cerca de 265.000 alunos de 43 países, dentre eles cinco latino-americanos, a saber: Argentina, Brasil, Chile, México e Peru.

A segunda, em 2003, contou com a participação de mais de 250.000 alunos, representativos de cerca de 23 milhões de alunos de 15 anos, que frequentavam as escolas dos 41 países que participaram dessa edição. Dentre os países latino-americanos, apenas o Brasil, o México e o Uruguai participaram do PISA 2003.

Na terceira edição do PISA, realizada em 2006, mais de 400.000 estudantes de 57 países foram avaliados. A América Latina contou com a participação da Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México. Em 2006, os países participantes do PISA englobavam mais de 90% da economia mundial.

Em 2009, o programa alcançou mais 470.000 estudantes, representativos de cerca de 23 milhões de alunos de 15 anos, de 65 países contando com uma expressiva participação de 8 países latino-americanos: Argentina, Brasil, Colômbia, Chile, México, Panamá, Peru e Uruguai. Encontram-se, no Anexo IX, as relações dos países que participaram das edições do PISA de 2000 a 2009.

Em 2012, essa avaliação alcançou 67 países, sendo 34 países membros da OCDE e 33 países parceiros.

4.2 A AMOSTRA BRASILEIRA NAS DIFERENTES EDIÇÕES DO PISA

O Brasil foi o único país da América do Sul que participou do PISA desde a sua primeira aplicação, tendo iniciado os trabalhos com esse programa em 1998.

De acordo com os dados disponibilizados pelo INEP/MEC, em 2000, o PISA contou com a participação de 4.893 alunos brasileiros; em 2003, 4.452 alunos foram avaliados, em 2006, a amostra brasileira foi ampliada para 9.295 alunos e, em 2009, a amostra chegou a 20.129 alunos. Em 2012, estimou-se que o PISA fosse aplicado em 902 escolas brasileiras, com a participação de 25.712 estudantes (BRASIL, [S.D.]). Os resultados desse ciclo serão divulgados pela OCDE em dezembro de 2013.

4.3 O BRASIL NO CENÁRIO INTERNACIONAL NAS DIFERENTES EDIÇÕES DO PISA

Um panorama da participação brasileira no cenário internacional, considerando todas as áreas do conhecimento avaliadas, é o ponto de partida da nossa análise.

A evolução dos desempenhos médios globais (considerando conjuntamente todas as áreas de conhecimento avaliadas), do Brasil e da OCDE, pode ser observada por meio do Gráfico 8. Nele se mostra que o desempenho médio global da OCDE oscilou muito pouco durante o período de 2000 a 2009. Em 2009, a OCDE apresentou o mesmo desempenho médio global de 2003, 496 pontos na escala de proficiência. O Brasil aparece entre os três países que mais evoluíram na educação na última década. Considerando o desempenho médio global, o Brasil evoluiu, em média, 33 pontos nos exames realizados no período entre 2000 e 2009, foi superado apenas pelo Chile, que evoluiu em média 37 pontos, e por Luxemburgo, que obteve um aumento médio de 38 pontos. Apesar de esses serem os dados oficiais do PISA, estes resultados devem ser ponderados.

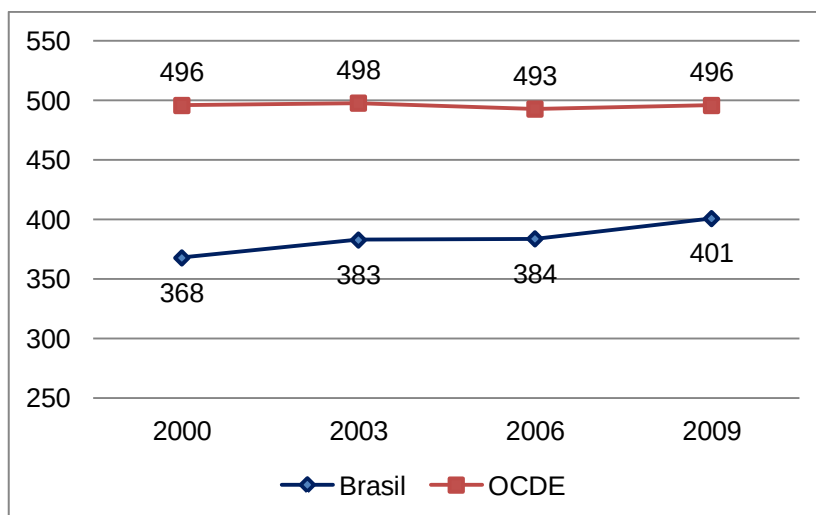


GRÁFICO 8: Evolução do Desempenho Médio Global do Brasil e da OCDE no PISA

Fonte: Elaboração própria com os dados do PISA /OCDE

Klein (2011) discutiu a comparabilidade dos resultados do PISA entre as diferentes aplicações, no que diz respeito a países específicos e até mesmo entre os países. Segundo esse pesquisador, ocorre um problema de comparabilidade “porque a idade escolar de cada país não é considerada e porque não há uma regra para a data de aplicação da prova em relação aos anos letivos de cada país”, o que ocasiona uma composição diferenciada dos alunos entre as séries, tornando os universos não comparáveis. No caso do Brasil, Klein (2011) mostra que os únicos universos comparáveis são os de 2003 e 2006²⁸. Esse estudo também mostra que, ao comparar os resultados de 2003 e 2009, não houve melhoria no desempenho de Luxemburgo, e ainda aponta a necessidade de se investigar melhor porque os resultados de 2000 e 2003 são tão diferentes nesse país. No mesmo estudo, Klein constata que o Chile de fato teve uma melhoria no desempenho, mas questiona se esta melhoria é tão expressiva quanto os resultados oficiais do PISA apontam.

Uma comparação entre os desempenhos médios em Matemática dos alunos brasileiros com o os alunos da OCDE é apresentado no Gráfico 9.

²⁸Datas de nascimento dos alunos brasileiros em cada ano da avaliação do PISA: 2000 (anos completos em 30 de junho). De 1º de julho de 1984 a 30 de junho de 1985. 2003 (anos completos em 30 de abril). De 1º de maio de 1987 a 30 de abril de 1988. 2006 (anos completos em 30 de abril). De 1º de maio de 1990 a 30 de abril de 1991. 2009 (anos completos em 31 de dezembro). De 1º de janeiro de 1993 a 31 de abril de 1993.

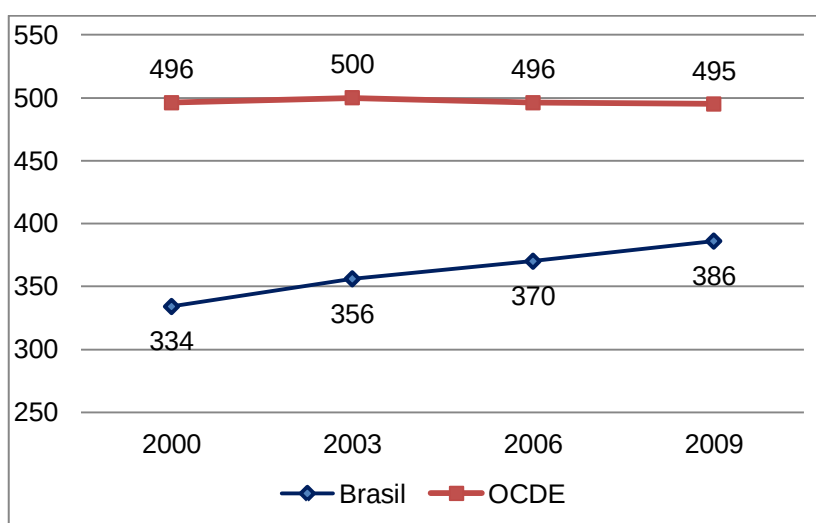


GRÁFICO 9: Evolução do Desempenho Médio em Matemática do Brasil e da OCDE no PISA

Fonte: Elaboração própria com os dados do PISA /OCDE

Percebe-se, claramente, que as proficiências médias em Matemática da OCDE se mantêm praticamente estáveis ao longo dos anos, fato que também foi observado com o desempenho médio global. As proficiências médias em Matemática dos alunos brasileiros têm aumentado com o tempo, passando de 334 pontos em 2000 para 386 pontos em 2009 na escala de proficiência, ou seja, houve um aumento considerável de 52 pontos no desempenho médio em Matemática. Contudo, ainda estamos longe de atingir os níveis da OCDE, como mostra o Gráfico 9. Considerando as ponderações feitas por Klein (2011), no caso da Matemática, a melhoria da distribuição dos alunos por série aumenta as médias gerais, contudo, seu estudo comprova que houve de fato uma melhora no desempenho dos alunos brasileiros em Matemática, mas somente nas séries do ensino fundamental.

Um acompanhamento mais detalhado do desempenho dos alunos no PISA pode ser obtido a partir da observação do percentual de estudantes em cada nível de proficiência ao longo dos anos. A Tabela 3 nos fornece informações importantes que nos possibilitam entender melhor o que tem acontecido com o desempenho em Matemática do Brasil e compará-lo ao da OCDE.

Em 2003, o desempenho em Matemática da maioria dos estudantes brasileiros ficou abaixo do nível 1 (53%), ou seja, abaixo do nível de menor dificuldade do PISA. Esses alunos se mostraram incapazes de utilizar habilidades matemáticas nas

situações que apresentaram as tarefas mais fáceis do PISA. Em 2006, houve uma pequena melhora nesse percentual e, em 2009, foi observada novamente outra melhora, embora 38% dos alunos brasileiros ainda se situem nesse nível. Contudo, 15% dos alunos brasileiros saíram do nível considerado inaceitável diante dos padrões do PISA. Também observamos uma melhora nos níveis 1 e 2 da escala de proficiência. Houve um aumento de 9% de alunos no nível 1 e de 5% no nível 2, comparando os resultados de 2009 com os de 2003. Essa melhora tem um significado importante quando reportamos à discussão do desempenho médio em Matemática do Brasil.

TABELA 3 – Porcentagem de Estudantes por Nível de Proficiência em Matemática
Pisa 2003, 2006 e 2009

Nível	OCDE			Brasil		
	2003	2006	2009	2003	2006	2009
Abaixo de 1 (< 358)	8,24	7,73	8,0	53,26	46,57	38,1
1 (entre 358 e 420)	13,17	13,55	14,0	21,90	25,95	31,0
2 (entre 421 e 482)	21,10	21,93	22,0	14,13	16,56	19,0
3 (entre 483 e 544)	23,69	24,33	24,3	6,82	7,09	8,1
4 (entre 545 e 606)	19,15	19,08	18,9	2,70	2,81	3,0
5 (entre 607 e 668)	10,64	10,04	9,6	0,91	0,84	0,7
6 (669 para cima)	4,01	3,33	3,1	0,28	0,18	0,1

Fonte: PISA/OCDE

Por meio do Gráfico 9 foi observada uma melhora no desempenho médio de Matemática, mas apenas esse dado não nos informa como ocorreu essa melhora. Entretanto, os dados da Tabela 3 nos informam que o aumento médio na Proficiência em Matemática dos alunos brasileiros está ocorrendo devido à melhora dos alunos mais fracos, o que nos permite inferir o ensino de Matemática do Brasil vem melhorando nos últimos anos.

Em relação aos alunos da OCDE, os dados mostram certa estabilidade no percentual de alunos em praticamente todos os níveis, sugerindo que a OCDE vem mantendo o mesmo nível de ensino de Matemática. Comparando os resultados da OCDE com os do Brasil, percebemos claramente que, apesar da melhora no

desempenho em Matemática, ainda devemos progredir muito para atingir o padrão internacional.

De modo geral, os países que entre outros, alcançaram os melhores resultados como China, Coréia, Finlândia, Holanda e Japão, pouco conseguiram aumentar a proficiência média em Matemática. É importante destacar, entretanto, que melhorar o desempenho dos alunos dos países que possuem baixa proficiência é “mais fácil” do que melhorar o desempenho dos alunos que já estão em um nível alto. Isso pode ser facilmente percebido comparando a diferença entre o desempenho médio em Matemática de 2009 com o de 2000. De modo geral, os países que conseguiram um maior aumento na proficiência média em Matemática de 2000 para 2009, foram os que tinham os piores valores de proficiência nessa área de conhecimento.

Assim, visando melhor compreender a melhora na proficiência dos alunos em Matemática no cenário internacional, consideramos um grupo de países mais comparáveis ao Brasil. Para tal, selecionamos o grupo de países que obtiveram os piores desempenhos médios em 2000, levando em conta os países que estavam no primeiro quartil da escala de proficiência em Matemática na primeira realização do PISA. O Gráfico 10 ilustra o aumento do desempenho em Matemática²⁹, para esse grupo de países.

No grupo de países que obtiveram os piores desempenhos médios em 2000, o Peru, o Brasil, o Chile e o México conseguiram uma melhora considerável no desempenho médio em Matemática. A Indonésia, a Romênia e a Argentina não sofreram praticamente nenhuma variação no desempenho médio em Matemática, entretanto, alguns países parecem ter piorado o seu desempenho médio, como é o caso da Bulgária, Albânia e Tailândia. O país que alcançou o maior aumento na proficiência média em Matemática (comparando os anos de 2000 e 2009), dentre todos os participantes do PISA, foi o Peru e, em segundo lugar na classificação da melhora do desempenho, o Brasil destaca-se com um aumento médio de 52 pontos na escala de proficiência em Matemática.

²⁹ O aumento no desempenho médio em Matemática foi calculado como a diferença entre o desempenho médio em 2009 e o desempenho médio em 2000, para cada país do primeiro quartil da distribuição.

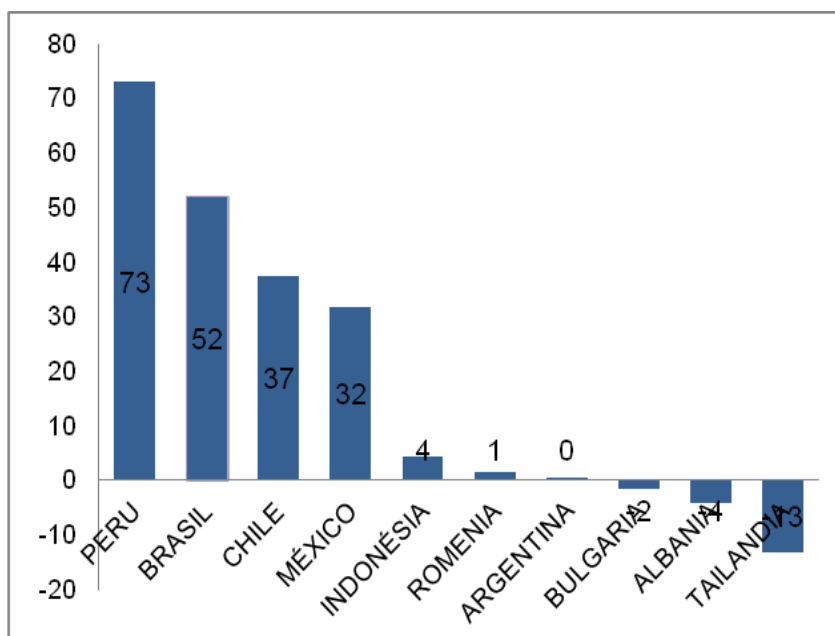


GRÁFICO 10: Variação da Proficiência Média em Matemática
 Comparação entre os Resultados de 2009 e 2000
 Fonte: Elaboração própria com os dados do PISA/ OCDE

4.4 A PROFICIÊNCIA EM MATEMÁTICA NO PISA 2003

Como dito anteriormente, em 2003 a principal área do conhecimento avaliada foi a Matemática e, por esse motivo, esta é a edição do PISA que mais nos interessa nesta tese. Nesse ciclo, foram avaliados 4452 alunos pertencentes a 229 escolas das redes públicas e privadas³⁰, de localização urbana e rural, das cinco regiões do Brasil.

O Brasil mostrou uma pequena melhora nos resultados na edição do PISA realizada em 2003. Comparando-se os resultados com os de 2000, manteve o desempenho em Leitura, melhorou o desempenho em Ciências e em Matemática, além de ter sido o país que apresentou o maior aumento no desempenho de duas áreas avaliadas nesse conteúdo: Espaço e Forma e Mudanças e Relações.

O Gráfico 11 apresenta a proficiência em Matemática para todos os países que participaram desta edição do PISA, acompanhada de informações importantes que nos permitem um melhor entendimento deste desempenho.

³⁰ A amostra brasileira no PISA 2003 compreendeu 15,18% da rede privada. Nesse mesmo ano, 13,3% dos alunos da educação básica do Brasil estavam matriculados nessa rede de ensino.

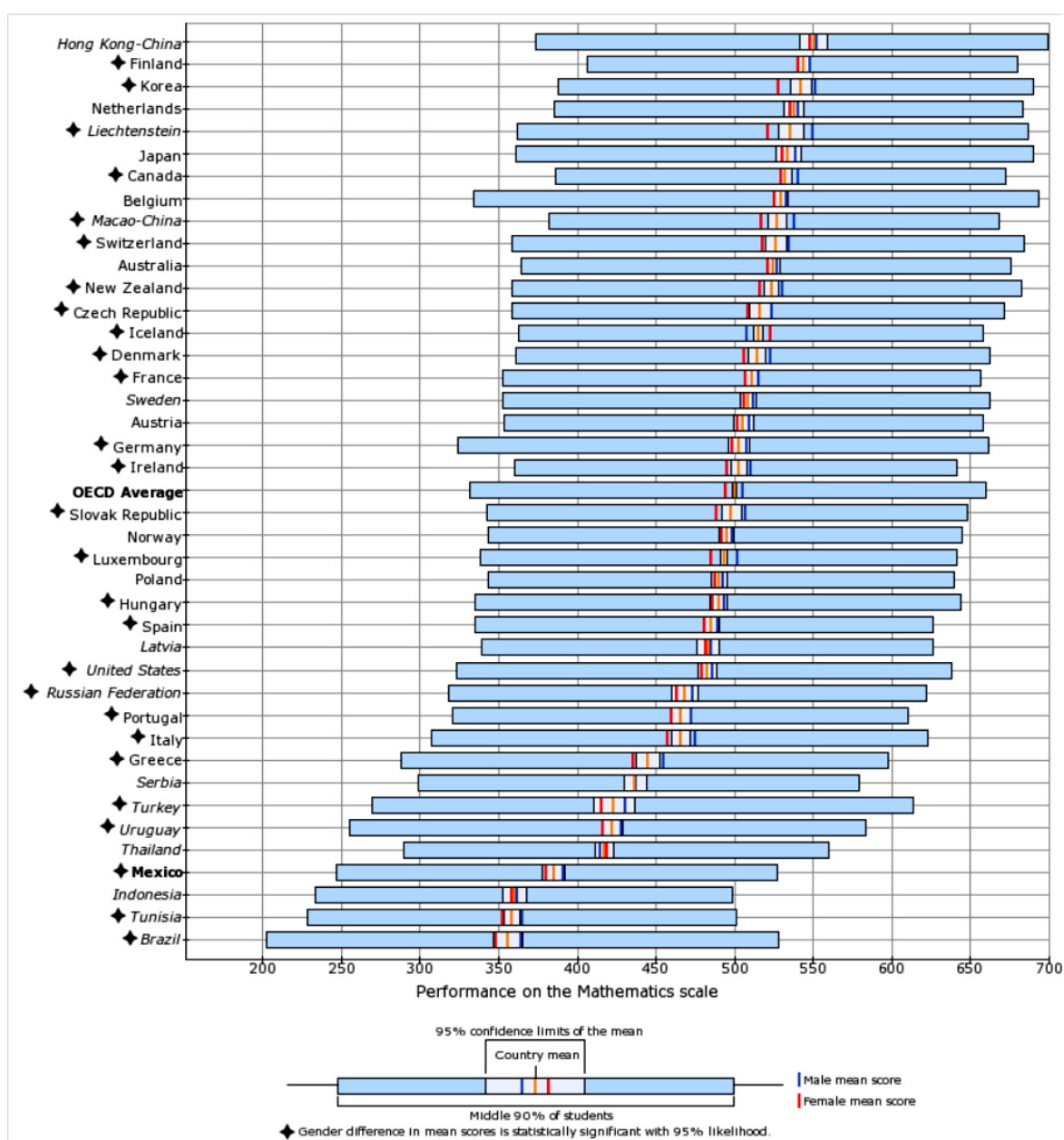


GRÁFICO 11: Proficiência Média em Matemática no PISA 2003

Fonte: PISA/OCDE

Analisando esse gráfico³¹ acima, percebemos que é possível comparar a proficiência média entre os países, mas, na maioria dos casos, as diferenças entre eles não são

³¹ Para cada país, o desempenho médio em Matemática está representado por um traço amarelo, o desempenho médio em Matemática dos meninos está representado por um traço azul e o desempenho médio em Matemática das meninas está representado por um traço vermelho. Esse gráfico mostra se existe diferença de gênero estatisticamente significativa na proficiência média em Matemática e, quando essa diferença ocorre em um determinado país, ela é representada no gráfico pelo símbolo ♦. Outra informação importante que retiramos dessa figura é obtida através do retângulo azul claro, que representa o intervalo de 95% de confiança para a proficiência média em Matemática para cada país. Esse intervalo mostra a variação da proficiência média em cada país. Os países que possuem valores médios de proficiência mais próximos apresentarão um retângulo menor e os que possuem uma maior variação nos valores da proficiência apresentarão um retângulo maior.

estatisticamente significativas. Assim, é importante observar o intervalo (representado pelo retângulo azul claro), onde cada país está classificado. Diante disso, alertamos que uma análise baseada apenas na classificação dos países, como costumeiramente é realizada e apresentada pela mídia, é inadequada. Percebemos claramente que o Brasil obteve uma proficiência média inferior à maioria dos países, contudo a proficiência média em Matemática do Brasil não é estatisticamente diferente da proficiência média da Tunísia e da Indonésia.

Em relação ao sexo, percebe-se que esse é um fator importante que influencia o desempenho em Matemática. Apenas em Hong Kong, na Holanda, no Japão, na Bélgica, na Austrália, na Suécia, na Áustria, na Noruega, na Polônia, na Letônia, na Sérvia, na Tailândia e na Indonésia não houve diferença estatisticamente significativa entre a proficiência média em Matemática de homens e mulheres. Os demais países apresentaram diferenças em relação ao sexo e, na maioria deles, o desempenho médio em Matemática dos meninos foi superior ao das meninas, como no caso do Brasil.

A proficiência média não fornece um quadro completo do desempenho dos estudantes podendo mascarar variações no desempenho. Assim, esta análise deve ser enriquecida com o percentual de estudantes que estão em cada nível da escala de proficiência do PISA.

No Gráfico 12, uma faixa indica a porcentagem de alunos em cada um dos níveis de proficiência na escala de Matemática para todos os países que participaram do PISA 2003. Este gráfico nos permite ter uma visão mais detalhada dos níveis de desempenho em Matemática de cada um dos países, além de facilitar a comparação dos percentuais de alunos que estão em cada nível, em cada país.

Como cada nível de proficiência está relacionado às competências e habilidades que foram consolidadas pelos alunos, ao analisá-las é importante destacar que os resultados mostram que mais de 50% dos alunos brasileiros não foram capazes de utilizar as habilidades matemáticas requeridas pelas tarefas mais simples do PISA e que mais de 75% dos alunos brasileiros não alcançaram o nível 2 de desempenho na escala de Matemática, já nos países da OCDE esse valor é 21,4%. Tal desempenho significa que mais de $\frac{3}{4}$ dos alunos brasileiros de 15 anos de idade se

limitaram a responder corretamente a questões que envolveram contextos familiares, em que toda informação relevante para a resolução estava presente, e só conseguiram identificar informações e realizar procedimentos de rotina de acordo com instruções, em situações explícitas. Esses jovens obtiveram sucesso em ações consideradas óbvias e que decorriam diretamente dos estímulos apresentados.

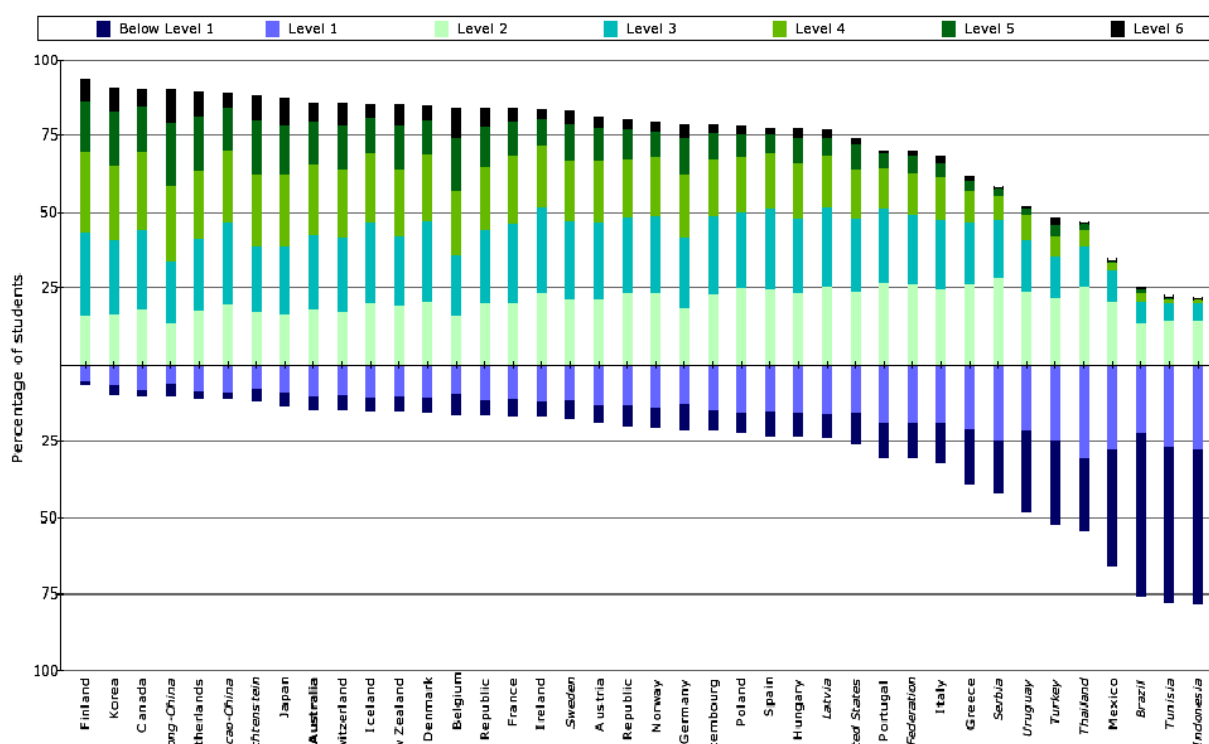


GRÁFICO 12: Porcentagem de Estudantes por Nível de Proficiência em Matemática no PISA 2003

Fonte: PISA/OCDE

Ao compararmos as porcentagens de alunos nos níveis mais altos de proficiência em Matemática, constatamos a existência também de outra grande disparidade. Enquanto 14,6% dos alunos da OCDE alcançaram os níveis 5 ou 6 da escala, apenas 1,2% dos alunos brasileiros se encontravam nesses níveis.

Como podemos observar, existe certa heterogeneidade na distribuição dos níveis de desempenho nos diferentes países. No caso do Brasil, os resultados são preocupantes e mostram o quão baixo é o desempenho em Matemática. Uma análise mais detalhada da realidade brasileira, não deveria prescindir desses resultados, levando-se em consideração as unidades da Federação. Entretanto, o

plano amostral do PISA 2003 não foi construído considerando esta estratificação e, portanto, ao fazê-la, estaríamos trabalhando com altos valores de erro-padrão. O plano amostral do Brasil para o PISA 2012 foi construído tendo em vista essa estratificação e os seus resultados, que estarão disponíveis no final de 2013, e que muito enriquecerão esse tipo de análise.

4.4.1 A PROFICIÊNCIA POR SUBÁREA DA MATEMÁTICA AVALIADA NO PISA 2003

Como em 2003 a principal área do conhecimento avaliada foi a Matemática e um dos propósitos deste trabalho é aprofundar a compreensão do desempenho dos alunos nas quatro subáreas avaliadas pelo PISA, os dados de 2003 nos possibilitam uma análise mais detalhada do que se pretende.

Segundo os resultados do PISA 2003 (OCDE, 2005a), apenas 10% da variação do desempenho em Matemática podem ser explicadas pelas diferenças entre os países. Os outros 90% se devem às diferenças existentes dentro dos países. Diante dessa constatação, a pergunta que se coloca é a seguinte: Será que os alunos de um determinado país possuem um desempenho melhor e/ou pior em alguma das subáreas da Matemática?

Para responder a tal pergunta, é importante aprofundar a compreensão do desempenho em Matemática, tendo em conta cada subárea, dentro de cada país. Isso significa verificar quais são os pontos fortes e fracos de cada país, o que pode levar estes países a reavaliarem as suas prioridades curriculares e particularmente, no caso do Brasil, muito nos interessa esse resultado nesta tese.

O relatório da OCDE (2005a) observa:

A comparação entre os resultados de desempenho nas diversas áreas de conteúdo de matemática permite uma avaliação dos pontos fortes e fracos relativos dos países. Não convém comparar escores de escalas numéricas diretamente entre as diversas áreas de conteúdo de matemática. No entanto, é possível determinar os pontos fortes relativos dos países em diferentes áreas de conteúdo de matemática com base nas posições relativas que ocupam na classificação em suas respectivas escalas (p. 89).

Com base nos resultados do relatório supracitado, apresentamos a Tabela 4, que destaca os pontos fortes (melhor resultado entre as quatro subáreas) e os pontos fracos (pior resultado entre as quatro subáreas) relativos dos países nas quatro subáreas da Matemática no PISA 2003.

TABELA 4 – Pontos Fortes e Pontos Fracos Relativos dos Países nas Diferentes Subáreas da Matemática Avaliadas no PISA 2003

ÁREA	PONTO FRACO	PONTO FORTE
Espaço e Forma	Canadá e Irlanda	Japão
Mudanças e Relações	Hong Kong e Macau	França e Hungria
Quantidade	Nova Zelândia	Finlândia
Incerteza	Alemanha, Bélgica, Eslováquia, República Checa, Suíça, Federação Russa, Liechtenstein	Grécia, Irlanda, Islândia, Noruega, Nova Zelândia

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Anexo X - PISA/OCDE

Alguns países mostram desempenho bastante semelhante nas quatro subáreas da Matemática, como é o caso da Espanha, Coreia do Sul, Itália, México, Portugal e Turquia. Entretanto, outros já apresentam diferenças grandes entre elas, como apresentado na Tabela 4.

Como foi observado, em muitos países o desempenho varia muito não só entre os alunos, mas também entre as subáreas da Matemática. A diferença na ênfase dada aos currículos desses países, assim como a eficácia na implementação do currículo de Matemática podem estar relacionadas a essa variação.

No caso do Brasil, conforme podemos constatar, não foi possível fazer nenhuma inferência entre as subáreas da Matemática, ao nível de 95% de confiança. Apresentamos, no Anexo X, a tabela que nos possibilitou fazer tal afirmação e nos deu embasamento para construirmos a Tabela 4.

Apesar disso, julgamos importante apresentar o percentual de alunos brasileiros em cada um dos níveis de proficiência para cada subárea da Matemática. A Tabela 5 aponta esses valores. Nas diversas subáreas da Matemática, o panorama se mantém, embora com algumas diferenças. Em todas as subáreas, o percentual de

alunos brasileiros identificados com baixos níveis de desempenho é muito superior às médias da OCDE, e, em todas as subáreas da Matemática avaliadas, esse afastamento ultrapassa 50%. No entanto, mesmo diante desse cenário, algumas subáreas ainda se mostram piores que outras, se levarmos esses resultados em consideração.

TABELA 5 – Porcentagem de Estudantes Brasileiros por Nível de Proficiência e por Subárea da Matemática - Pisa 2003

Nível	Matemática	Espaço e Forma	Mudanças e Relações	Quantidade	Incerteza
Abaixo de 1 (< 358)	53,3%	54,8%	59,7%	51,1%	43,5%
1 (entre 358 e 420)	21,9%	22,7%	16,9%	20,7%	29,1%
2 (entre 421 e 482)	14,1%	13,6%	11,4%	15%	17%
3 (entre 483 e 544)	6,8%	6,2%	6,6%	8,3%	7%
4 (entre 545 e 606)	2,7%	2%	3,3%	3,4%	2,6%
5 (entre 607 e 668)	0,9%	0,6%	1,2%	1,2%	0,7%
6 (669 para cima)	0,3%	0,1%	0,7%	0,4%	0,2%

Fonte: PISA/OCDE

As subáreas Espaço e Forma e Mudanças e Relações são as que apresentam os piores resultados. Em Espaço e Forma, aproximadamente 55% dos alunos brasileiros não foram capazes de utilizar as capacidades matemáticas requeridas pelas tarefas mais simples do PISA, o que os colocou abaixo do nível elementar, ou seja, abaixo do nível 1 da escala. Isso significa que esses jovens não são capazes sequer de resolver problemas simples num contexto familiar, usando figuras ou desenhos de objetos geométricos, e de aplicar capacidades de contagem ou cálculo básico. Também não estão aptos a usar uma representação bidimensional dada para contar ou calcular elementos de um objeto tridimensional simples.

Um resultado ainda pior foi observado na subárea de Mudanças e Relações, em que aproximadamente 60% dos alunos brasileiros não atingiram sequer o nível 1 da escala, significando que eles não são capazes de localizar informação relevante numa tabela ou gráfico simples; de seguir instruções diretas e simples para ler informação diretamente a partir de uma tabela ou gráfico simples, de forma

padronizada ou familiar, de executar cálculos simples, que impliquem relações entre duas variáveis familiares.

Nas subáreas de Quantidade e Incerteza, um percentual menor de alunos brasileiros não atingiu o nível elementar na escala de proficiência. Esse valor foi de 51,1% em Quantidade e 43,5% em Incerteza. Ou seja, apenas nessa última subárea, menos da metade dos alunos brasileiros ficaram abaixo do nível 1. Também na subárea de Incerteza pode-se observar o maior percentual de alunos brasileiros que foram classificados no nível 1 de desempenho, ou seja, 29,1%. Isso significa, segundo a escala de proficiência de Incerteza do PISA, que esses jovens são capazes de compreender e usar ideias simples de probabilidades em contextos experimentais familiares; de compreender conceitos básicos de probabilidade no contexto de uma experiência simples e familiar (por exemplo, no lançamento de dados ou moedas); de fazer listagens e contagens sistemáticas de resultados combinatórios numa situação de jogo limitada e bem-definida.

4.4.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DO PISA 2000 E 2003 POR SUBÁREA DA MATEMÁTICA

As únicas subáreas comparáveis entre os anos de 2003 e 2000 foram Espaço e Forma e Mudanças e Relações, pois apenas essas duas subáreas foram avaliadas nessas duas edições.

Comparando os resultados desses dois anos na subárea de Espaço e Forma, os quatro países que apresentaram melhoras no desempenho foram Bélgica, Brasil, Indonésia e Letônia. O Brasil obteve o maior aumento no desempenho médio entre todos avaliados.

Considerando a subárea de Mudanças e Relações, o Brasil também apresentou o maior aumento de desempenho entre os 41 países avaliados. Passou de 263 para 333 pontos na escala de proficiência. Os dez países com maior crescimento nessa subárea foram: Brasil, Bélgica, Canadá, República Tcheca, Alemanha, Coreia, Polônia, Portugal, Letônia e Liechtenstein.

A Tabela 6 demonstra o desempenho médio dos alunos brasileiros por subárea da Matemática em cada um destes anos.

TABELA 6 – Proficiência Média dos Alunos Brasileiros em Matemática e por Subárea da Matemática Avaliada no PISA

	2000	2003
Matemática	334	356
Espaço e Forma	300	350
Mudança e Relação	263	333
Quantidade		360
Incerteza		377

Fonte: Elaboração própria com os dados do PISA

Comparando os resultados entre as subáreas da Matemática, no ano de 2003, percebe-se que em Incerteza, além dos alunos alcançarem a maior proficiência média (377), esta também se apresentou como a subárea em que o menor percentual de alunos brasileiros se encontrava abaixo do nível de 1 desempenho (43,5%).

Pesquisas educacionais frequentemente associam o desempenho não somente a variáveis socioeconômicas e culturais dos alunos, como também a outras variáveis ligadas à escola, como, por exemplo, o atraso escolar. Fatores socioeconômicos são apontados pelo relatório da OCDE influenciando o desempenho dos alunos em diferentes países. Em relação ao PIB (Produto Interno Bruto) *per capita*, os países que possuem valores mais altos dessa variável tendem a um melhor desempenho em Matemática. Entretanto, isso não significa que exista uma relação causal entre essas duas variáveis, como é o caso dos Estados Unidos, cujo desempenho não acompanha o PIB *per capita*.

O desempenho médio em Matemática se mostrou positivamente associado ao gasto por aluno. Também nesse caso, existem exceções, como são os casos da República Tcheca e Coréia, que, embora gastem menos que os Estados Unidos, apresentam melhores desempenhos.

O perfil socioeconômico dos estudantes também está associado ao desempenho na prova. O aluno com perfil socioeconômico mais alto tem um desempenho melhor. Apesar disso, no ano de 2000, mesmo os alunos brasileiros com o nível socioeconômico mais alto não conseguiram um bom resultado na avaliação.

Segundo o INEP, os fatores que podem influenciar o desempenho brasileiro são, entre outros, a distorção idade/série³², os anos de escolaridade, a escolaridade dos pais e o tempo de exposição em sala de aula. A distorção idade/série foi considerada a causa principal do baixo desempenho brasileiro no PISA. Uma pequena melhora do resultado geral dos brasileiros foi observada ao comparar os resultados do PISA de 2000 com os de 2003, e essa melhora foi atribuída a uma queda na distorção idade/série.

O atraso escolar, que se apresenta alto no Brasil, não é um fenômeno comum nos países da OCDE, salvo algumas exceções, como Itália e Portugal. O relatório nacional referente ao PISA 2000 já apontava a distorção idade/série como um fator importante na definição das posições que os países ocupavam no PISA. Mesmo países desenvolvidos como Bélgica, Estados Unidos e Espanha apresentavam desempenhos menores na presença da distorção idade/série. Em 2000, a média obtida pelos estudantes que apresentavam distorção idade/série colocava, nos níveis elementares de desempenho, essas nações. Nesse mesmo ano, entre os alunos brasileiros sem distorção idade/série, em uma escala crescente com cinco níveis de desempenho, 35% alcançaram o nível 2 de desempenho. Países como Polônia, Grécia, Letônia, Rússia, Luxemburgo e México também atingiram esse nível. 19% dos alunos brasileiros sem distorção idade/série ocuparam o terceiro nível dessa escala, 5% o quarto e 1% o nível mais elevado. Entretanto, a média geral do Brasil, fortemente influenciada pelo atraso escolar, colocou o país no nível 1 na escala de rendimento (BRASIL - PISA, 2003).

³² A distorção idade/série é dada pela diferença entre as séries em que estão os estudantes da mesma faixa etária.

4.5 A AVALIAÇÃO DO PISA 2003

A segunda edição do PISA, realizada em 2003, avaliou as três áreas de conhecimento através de uma grande variedade de itens, distribuídos segundo a área de conhecimento: 85 itens de Matemática, 28 itens de Leitura, 35 itens de Ciências e 19 itens na área de Resolução de Problemas (OCDE, 2004).

Os testes de “papel e lápis” utilizados foram semelhantes aos utilizados em 2000, com a diferença do enfoque especial que, em 2003, foi dado à Matemática e, consequentemente, a composição desses testes foi feita por mais itens referentes a essa área do conhecimento.

4.5.1 A AVALIAÇÃO DE MATEMÁTICA DO PISA 2003

Uma visão geral da composição da avaliação de Matemática de 2003, segundo o modelo teórico do PISA, é apresentada na Tabela 7.

Os dados dessa tabela mostram que, em relação à área avaliada, há um equilíbrio do número de itens. No que se refere ao grupo de competências matemáticas, há um predomínio de itens de *conexão* e um número menor de itens de *reflexão*. De acordo com a situação que o item apresenta para o aluno, podemos dizer que as *situações públicas* são mais comuns ao passo que as demais aparecem aproximadamente na mesma quantidade.

Um dos nossos objetivos neste trabalho é fazer uma análise mais aprofundada da avaliação do PISA 2003, especialmente na subárea de Incerteza. Naturalmente, este estudo perpassa por uma análise mais detalhada dos itens que compuseram a avaliação de 2003. Assim, apresentaremos, no próximo capítulo, a análise aprofundada de todos os itens de Incerteza do PISA 2003 que nos possibilitará essa compreensão.

**TABELA 7 – Distribuição dos Itens pelas Componentes do Domínio da Matemática
na Avaliação do PISA 2003**

	Nº de Itens	Nº de Itens ME*	Nº de Itens MEC*	Nº de Itens RCF*	Nº de Itens RCA*	Nº de Itens RC*
Distribuição dos Itens por Subárea da Matemática						
Espaço e Forma	20	4	4	6	4	2
Mudança e Relação	22	1	2	4	11	4
Quantidade	23	4	2	2	1	14
Incerteza	20	8	3	1	5	3
Total	85	17	11	13	21	23
Distribuição dos Itens por Grupo de Competências						
Reprodução	26	7	0	7	3	9
Conexão	40	5	9	4	9	13
Reflexão	19	5	2	2	9	1
Total	85	17	11	13	21	23
Distribuição dos Itens por Situação						
Pessoal	18	5	3	1	3	6
Educacional	20	2	4	6	2	6
Pública	29	8	2	4	8	7
Científica	18	2	2	2	8	4
Total	85	17	11	13	21	23

Fonte: PISA 2003/OCDE

*ME = Múltipla Escolha, MEC = Múltipla Escolha Complexa, RCF = Resposta Construída Fechada, RCA = Resposta Construída Aberta, RC = Resposta Curta.

5 RESULTADOS

O PISA 2003 buscou, através de seus itens, diagnosticar o que os alunos podem fazer com o que eles aprenderam na escola, em vez de simplesmente verificar o quão bem esses estudantes dominam um currículo escolar específico (OCDE, 2005a). Partindo desse pressuposto, o teste de 2003 foi composto por 167 itens selecionados dentre 300 itens pré-testados no ano anterior em todos os centros nacionais. Assim, para os quatro domínios avaliados, os itens de 2003 foram distribuídos, conforme mostra a Tabela 8.

TABELA 8: Distribuição do Número de Itens por Domínio Avaliado

Domínio	Nº de Itens
Matemática	85
Resolução de Problemas	19
Leitura	28
Ciências	35

Fonte: Elaboração própria com os dados do PISA 2003

Os itens foram apresentados aos estudantes em treze cadernos de teste³³, compostos por diferentes tipos de itens: itens de múltipla escolha, itens de resposta curta (ou resposta construída fechada) e itens de resposta estendida (ou de resposta construída aberta).

Para os itens de múltipla escolha, o padrão foi semelhante ao do SAEB, ou seja, itens que ofereciam quatro opções para o aluno selecionar apenas uma. Esse tipo de item é classificado pelo PISA como um “item de múltipla escolha”. Entretanto, o PISA inclui, em seus cadernos de teste, um outro tipo de item de múltipla escolha e o denomina de “item de múltipla escolha complexa”. Nesse tipo de item, são apresentadas aos alunos várias afirmativas e, em cada uma delas, deve-se decidir

³³ Correspondentes a avaliações escritas utilizando papel e lápis.

entre verdadeiro ou falso, correto ou incorreto, etc. Os itens de resposta curta são itens em que, embora exista para eles uma solução fechada, não é apresentada nenhuma alternativa para o aluno. Apesar de ter uma estrutura que se assemelha à de um item aberto, a resposta a esse tipo de item pode e é categorizada, no ato da correção do teste, como certa ou errada, sem a necessidade de um especialista corrigir a questão. Embora o SAEB considere em seus testes apenas o primeiro tipo de item acima descrito, o outro tipo de item, de resposta construída fechada, se aproxima de um item fechado, apesar de ter outra classificação e apresentação.

Um tipo de item bastante diferente dos utilizados nas avaliações em larga escala brasileiras é o “item de resposta construída aberta” (ou seja, de resposta estendida), que o PISA considera, no ato da correção dos testes, respostas parciais, atribuindo escores parciais ou totais à solução dada pelos estudantes. Esse tipo de item exige uma chave de correção detalhada, a fim de que os especialistas da área que vão corrigir a avaliação, nos diferentes países que participam desse estudo, atribuam o mesmo escore aos diferentes alunos considerando formas distintas de solução do item.

O relatório técnico do PISA 2003 especifica as linhas gerais do desenvolvimento dos itens desse teste tendo em conta a estrutura da avaliação de matemática do PISA, prescrevendo o que deve ser identificado para cada item. Portanto, a partir do conceito de letramento matemático, um especialista da área deve preferencialmente partir de um problema da vida real e transformá-lo em um item para esse teste. Para submeter um item ao PISA, o elaborador do item deve preencher um formulário de submissão de item e classificá-lo quanto ao grupo de competências, a principal subárea da matemática avaliada, a situação em que a matemática é apresentada ao estudante e o tipo de item proposto. Mas essa tarefa de classificação do item é posterior à elaboração do item, cuja origem é a relevância da tarefa e não uma especificação de um descritor.

As diretrizes para a elaboração de itens do PISA 2003 foram enviadas aos NPM's em fevereiro de 2001, a fim de incentivar a produção de itens do maior número possível de países participantes. Além dos três consórcios envolvidos no processo

de elaboração de itens (ACER – na Austrália, CITO³⁴ – na Holanda e NIER³⁵, no Japão), quinze países submeteram itens de Matemática, entre janeiro e julho de 2001³⁶, ao consórcio internacional para o teste do PISA 2003.

O Guia de Elaboração e Revisão de Itens (BRASIL, 2010) apresenta as orientações do INEP para a construção e revisão de itens para as avaliações em larga escala brasileiras. Uma diferença que consideramos importante entre a estrutura de elaboração dos itens que compõem as avaliações brasileiras e os itens do PISA é que, no primeiro caso, “o item deve ser estruturado de modo que se configure uma unidade de proposição e contemple uma única habilidade da Matriz de Referência” (BRASIL, 2010), ao passo que, no teste do PISA, os elaboradores de item buscam uma situação relevante da vida do estudante e não precisam partir de uma habilidade e nem tampouco contemplar uma única habilidade em um item.

Os problemas da atualidade normalmente não exigem, para a sua solução, apenas uma única habilidade. Dessa forma, torna-se difícil elaborar itens relevantes para o cotidiano com uma exigência tão limitadora. Ou seja, o PISA instrui o elaborador de um item a partir de uma situação da vida real, elaborar uma questão e posteriormente classificá-la segundo o seu modelo teórico de avaliação. De modo diferente, o SAEB estabelece que o elaborador de um item tenha como ponto de partida uma única habilidade da matriz de referência, para, posteriormente, criar um item que meça essa habilidade.

A partir da análise dos itens apresentada na próxima seção deste capítulo, concluímos, portanto, que existe uma diferença estrutural entre as duas avaliações, que perpassa tanto a elaboração dos itens quanto o tipo de itens que compõem o escopo de cada uma delas e que provavelmente influencia os resultados dos alunos brasileiros no PISA.

Além da diferença estrutural existente entre os itens do PISA e do SAEB, consideramos importante mencionar outros aspectos em que essas duas avaliações se distanciam. O primeiro a ser ressaltado diz respeito às ênfases curriculares em

³⁴ Dutch Institute for Educational Measurement.

³⁵ National Institute for Educational Policy Research.

³⁶ Os países que apresentam formalmente os itens em 2001 foram: Argentina, Áustria, Canadá, República Checa, Dinamarca, França, Alemanha, Irlanda, Itália, Japão, Coreia, Noruega, Portugal, Suécia e Suíça.

Matemática diferenciadas e explicitadas através das competências e habilidades de Incerteza que são avaliadas nos itens dos dois testes. O segundo aspecto, que também consideramos importante destacar, se refere à coerência dos itens das duas avaliações com o conceito de letramento.

Como não dispomos de uma base nacional curricular comum, utilizamos, nesta pesquisa, a matriz de referência do SAEB e o CBC de Minas Gerais como uma aproximação para o currículo de Matemática. Para cada item do PISA, verificamos se as habilidades exigidas na sua solução estavam ou não sendo contempladas nos dois documentos. Após analisar todos os itens de incerteza do PISA 2003, concluímos que existe certo distanciamento entre o que é avaliado no PISA e o que é contemplado nos documentos acima citados.

O CBC de Minas Gerais se aproximou mais da matriz do PISA, embora também não contemple algumas habilidades importantes, como, por exemplo, as relacionadas aos conceitos de independência de eventos e representatividade de amostras. Ao analisar os itens do PISA e buscar as habilidades na matriz de referência do SAEB, verificamos que, dos 20 itens avaliados no PISA 2003, apenas 6 tinham as habilidades claramente contempladas nesse documento. Portanto, constatamos que o que se prescreve para o conteúdo de Incerteza na avaliação do PISA é muito diferente do que é determinado para o SAEB. Na verdade, a matriz de referência do SAEB contempla pouquíssimas habilidades dessa subárea da Matemática.

Em relação ao conceito de letramento em Leitura, Bonamino *et al.* (2002) concluíram que há uma preocupação maior no PISA do que no SAEB com o uso da linguagem. Esse cuidado pode ser visto na seleção de variedade de gêneros textuais, como, por exemplo, gráficos, tabelas, panfletos, cartazes, instruções, formulários, entre outros, com que o aluno precisa lidar no cotidiano, demonstrando a sua capacidade de participar de uma sociedade letrada. No que diz respeito ao SAEB, esses pesquisadores apontam que “a maior ênfase é dada às habilidades individuais de leitura”, refletindo uma visão muito escolar da mesma. Percebemos que essas conclusões também se estendem ao letramento em Matemática, pois os itens do PISA exigem que o aluno, antes de demonstrar as suas habilidades matemáticas, seja um leitor e, além disso, também seja capaz de resolver problemas utilizando a

Matemática em situações reais. Nesse sentido, nas avaliações nacionais como o SAEB percebemos um viés de simplicidade conceitual nos itens.

Os itens do PISA se apresentam extremamente coerentes com o conceito de competência matemática utilizado nesta avaliação. Como os itens do SAEB são construídos para avaliar apenas uma habilidade, ao comparar os itens do PISA com os itens do SAEB percebe-se, claramente, que, como o PISA não tem essa limitação, existe a possibilidade de criação de itens mais próximos da realidade, uma vez que, no mundo real, quase nunca utilizamos apenas uma habilidade para solucionar os problemas.

5.1 OS ITENS DE MATEMÁTICA DO PISA 2003

O PISA 2003, que teve a Matemática como foco, apresentou 85 itens dessa área do conhecimento. Uma parte deles se encontra preservada pela OCDE, para ser utilizada em ciclos futuros com a finalidade de medir as tendências da proficiência em Matemática ao longo do tempo³⁷. Entretanto, um subconjunto de itens aplicados pelo PISA em 2000, 2003 e 2006 foi disponibilizado ao público e pode ser acessado no site do INEP, órgão responsável pelo teste no Brasil.

Nesta pesquisa, nós nos propusemos a fazer uma análise dos itens que levasse em conta, ao mesmo tempo, seus aspectos quantitativos e pedagógicos, objetivando entender melhor essa avaliação de Matemática do PISA e o desempenho dos alunos brasileiros, buscando compreender as habilidades propostas pelos itens bem como as alcançadas por esses alunos.

Como a realidade educacional brasileira é muito diferente da realidade da maioria dos países da OCDE, achamos oportuno, neste momento, não restringirmos as nossas comparações a esse grupo, então, elegemos alguns países e formamos um Grupo de Referência (GR), composto pelos seguintes países: Brasil, Uruguai, México, Portugal, Espanha e Estados Unidos. Para a formação desse grupo levamos em consideração, num primeiro momento, os países latino-americanos que

³⁷ Como o PISA utiliza a Teoria da Resposta ao Item na análise dos dados da avaliação, apenas um número reduzido de itens é divulgado após cada aplicação.

participaram do PISA 2003. Depois, considerando o recorte cultural que estava por trás desta escolha, achamos conveniente acrescentar Portugal e Espanha. Por fim, dada a diversidade e o tamanho dos Estados Unidos, elegemos este país para também compor o nosso GR.

Como foi dito anteriormente, para esta pesquisa optamos por considerar exclusivamente os itens que compuseram a prova de 2003. No que diz respeito às subáreas da Matemática, eles foram assim distribuídos: 20 itens de Incerteza, 22 itens de Mudanças e Relações, 20 itens de Espaço e Forma e 23 itens de Quantidade. Porém, como nem todos os itens tiveram sua divulgação autorizada, dos 85 itens da prova de 2003, apenas 31 itens estão disponíveis para consulta pública: 9 são da área de Incerteza, 9 de Mudanças e Relações, 4 de Espaço e Forma e 9 de Quantidade.

Elegemos para uma análise mais detalhada, nesta tese, os itens da subárea de Incerteza. Conseguimos acessar todos os itens dessa subárea, que se configura como o principal foco deste trabalho. Tivemos acesso aos itens, cuja divulgação não foi autorizada, por meio de análises realizadas no INEP. Para a viabilização desse acesso, fez-se necessário formalizar um pedido ao gerente nacional do PISA no Brasil e à DAEB. Considerando que a autora da pesquisa foi contratada diretamente pelo consórcio internacional como monitora de qualidade do PISA no Brasil e que, por ocasião dessa contratação, assinou um termo de confidencialidade referente aos dados sigilosos do PISA diretamente com o ACER, foi-nos concedido o acesso solicitado mediante as condições anteriormente citadas.

Portanto, vamos apresentar na próxima seção a análise dos 20 itens de Incerteza: os 9 de divulgação pública autorizada e os 11 itens sigilosos, com as limitações que o sigilo de alguns itens nos confere, mas com a possibilidade de focar nas habilidades exigidas na solução de cada um deles, aprofundando o nosso olhar sobre a avaliação de Matemática do PISA 2003. As análises dos itens sigilosos são naturalmente mais gerais do que as dos itens públicos.

5.1.1 ANÁLISE DOS ITENS DE INCERTEZA

A Tabela 9 apresenta os resultados da análise quantitativa dos itens de Incerteza considerando o código do item, o tipo de item (TI)³⁸, a situação e o grupo de competências (GC) fornecidos pelos relatórios da OCDE de acordo com a classificação feita pelo PISA. Também são indicados os percentuais de acerto do item para cada um dos países do GR, o índice de sucesso do Brasil no item (IS) em comparação com a média do GR³⁹, o parâmetro de dificuldade do item (b) estimado através da TRI e o nível da escala de proficiência em que o item está alocado.

De modo geral, os itens de Incerteza foram de *múltipla escolha*, que exigiam dos alunos competências do grupo de *conexão*. Quanto à situação em que a Matemática é apresentada, observamos que, nesse grupo de itens, predominaram as *situações educacionais ou públicas*, que propunham que os alunos resolvessem problemas relacionados ao cotidiano escolar ou bem próximos da vida real.

Quanto ao nível de dificuldade, calibrado através da TRI, o item 8 apresentou o menor valor, 407 pontos. Isso significa que, segundo o modelo *Rasch*, um aluno cuja proficiência é estimada em 407 pontos, possui 50% de chance de acertar esse item. O valor do índice de dificuldade aloca esse item no nível 1 da escala de proficiência de Incerteza, ou seja, no nível mais baixo da escala, em que os alunos que nele se situam demonstram ter as habilidades mais básicas exigidas pelo PISA. De fato, esse foi o item com o maior percentual de acerto em todos os países. Em média, o GR obteve 76,5% de acerto nesse item e o Brasil 73%. Os EUA tiveram o maior percentual de acerto nesse item, superando até mesmo o percentual médio de acerto da OCDE.

Por outro lado, o item 6 se mostrou bastante difícil para todos os países. Com um índice de dificuldade muito elevado, igual a 703 pontos, esse item foi alocado no nível 6 da escala de proficiência. Em média, os alunos da OCDE alcançaram apenas 18% de acerto nesse item, os alunos do GR 10% e os alunos brasileiros 4%.

³⁸ Tipos de Item (TP): ME = Múltipla Escolha, MEC = Múltipla Escolha Complexa, RCF = Resposta Construída Fechada, RCA = Resposta Construída Aberta.

³⁹ IS = percentual de acerto do Brasil / percentual médio de acerto do GR.

TABELA 9 – Análise Quantitativa dos Itens de Incerteza

					% de Acerto no Item										
Item	Código	TI	Situação	GC	BR	ES	EUA	ME	PT	UR	OCDE	GR	IS	b	Nível
1	M179Q01	RCA	Pública	con	4	10	17	6	5,5	9	41,5	8,6	0,46	694	6
2	M408Q01	MEC	Pública	ref	15	55	34	14	39	27	42	31	0,48	587	4
3	M411Q02	ME	Educac.	ref	32	41	48	22	37	32	46	35	0,91	564	4
4	M420Q01	MEC	Educac.	con	25	43	61	23	45	31	50	38	0,66	544	3
5	M421Q01	RCA	Educac.	con	14	68	63	23	54	43	65	44	0,32	485	3
6	M421Q02	MEC	Educac.	ref	4	17	16	6	7	11	18	10	0,4	703	6
7	M421Q03	ME	Educac.	con	23	28	29	25	30	31	38	28	0,82	602	4
8	M423Q01	ME	Educac.	rep	73	84	75	71	82	74	82	76,5	0,95	407	1
9	M438Q01	RCF	Pública	rep	66	83	41	65	88	71	79	69	0,96	427	2
10	M438Q02	ME	Pública	con	30	42	43	31	35	42	48	37	0,81	565	4
11	M467Q01	ME	Pessoal	rep	20	42	53	19	40	32	50	34	0,59	549	4
12	M468Q01	RCF	Educac.	rep	17	30	55	24	39	28	47	32	0,53	556	4
13	M505Q01	RCA	Científica	ref	17	55	20	31	57	36	52	36	0,47	551	4
14	M509Q01	ME	Científica	ref	24	39	53	28	39	31	46	36	0,67	557	4
15	M513Q01	RCA	Educac.	con	11	28	40	10	24	16	32	21,5	0,51	620	5
16	M564Q02	ME	Pública	con	27	41	42	25	36	35	46	34	0,79	569	4
17	M702Q01	RCA	Pública	con	10	27	34	10	30	28	36	23	0,43	615	5
18	M710Q01	ME	Pública	ref	14	41	31	12	25	20	34	24	0,58	620	5
19	M803Q01	RCF	Educac.	con	6	23	23	6	18	17	28	15,5	0,39	641	5
20	M828Q02	RCA	Pública	con	29	52	52	36	51	44	54	44	0,66	533	3

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do PISA 2003

O Gráfico 13 apresenta as CCI para os itens 6 e 8, ilustrando o comportamento dos itens em função dos seus respectivos parâmetros de dificuldade.

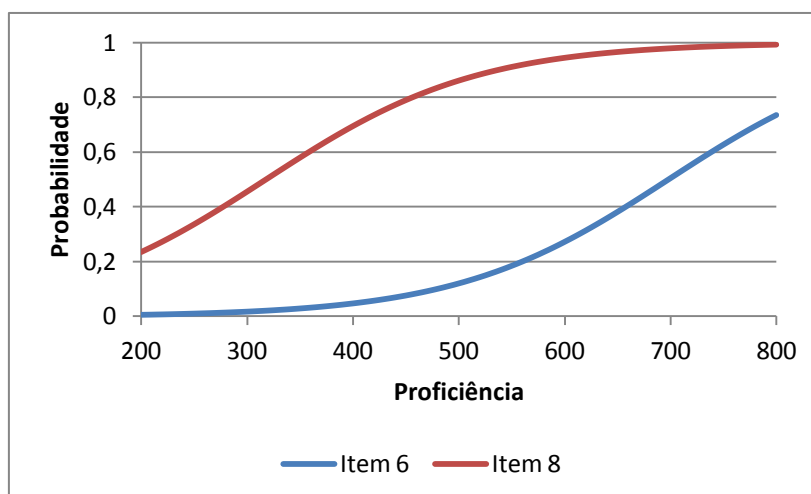


GRÁFICO 13 – CCI para os Itens 6 e 8
Fonte: Elaboração própria

Percebemos claramente que um deslocamento significativo no eixo da proficiência reflete um aumento maior na probabilidade de um aluno acertar o item 8 do que na probabilidade de um aluno acertar o item 6. Isso ocorre devido ao fato de o item 6 ser mais difícil do que o item 8. O item 6 exige competências do grupo de reflexão ao passo que o item 8 exige competências do grupo de reprodução.

Um diferencial importante entre as provas do PISA e as avaliações em larga escala brasileiras é que a avaliação internacional considera, para alguns itens de resposta construída aberta, a possibilidade de atribuir escores parciais às soluções apresentadas pelos alunos. Esse foi o caso do item 1. O parâmetro de dificuldade apresentado na Tabela 1 representa a dificuldade do item considerando o escore total, ou seja, a proficiência atribuída ao aluno que conseguiu resolver corretamente toda a questão. Entretanto, como a chave de correção desse item previa uma solução parcial, também foi estimado um parâmetro de dificuldade para ele considerando essa situação. O valor encontrado foi de 577 pontos e, tendo em vista o escore parcial, esse item passa a ser alocado no nível 4 da escala de proficiência de Incerteza. Apenas 9% dos alunos brasileiros conseguiram resolver parcialmente tal questão. Esses percentuais de acertos são menores do que todos aqueles dos países analisados.

O Gráfico 14 apresenta as CCI para o item 1, ilustrando o seu comportamento, e considerando o escore parcial e o escore total em função dos seus respectivos parâmetros de dificuldade.

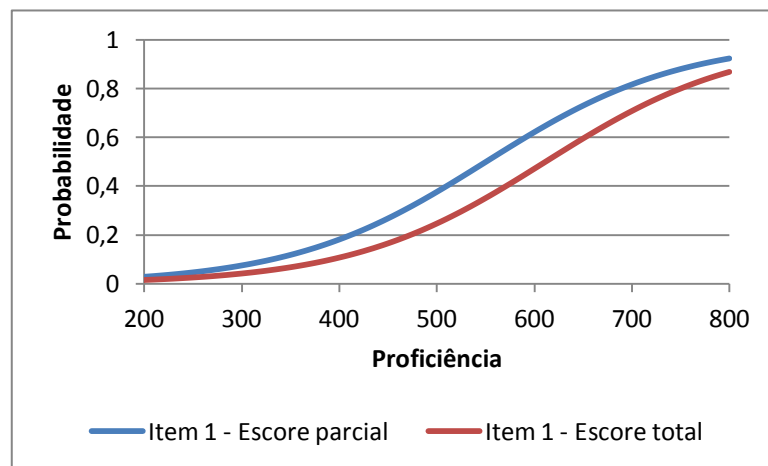


GRÁFICO 14 – CCI para o Item 1
Fonte: Elaboração própria

Percebemos que um deslocamento significativo no eixo da proficiência provoca um aumento maior na probabilidade de um aluno acertar parcialmente o item 1 do que na probabilidade de um aluno acertar totalmente esse item. Isso ocorre devido ao fato de a solução total evidentemente ser mais difícil do que a solução parcial desse item.

Para esse tipo de item de RCA, a CCI ajuda a iluminar diferentes partes da escala de proficiência. Os alunos, cuja proficiência foi estimada em 577 pontos, estão alocados no nível 4 da escala e eles possuem uma probabilidade de 50% de acertarem esse item parcialmente. Já os alunos cuja proficiência foi estimada em 694 pontos estão alocados no nível 6 da escala de proficiência e possuem 50% de probabilidade de acertarem esse item totalmente, ou seja, de modo geral, acertam esse item os alunos que estão alocados em dois níveis de proficiência acima do nível 4 da escala de Incerteza. Os alunos brasileiros alcançaram apenas 4% de acerto total nesse item, correspondendo ao pior resultado do Brasil no conjunto de itens analisados. Ao compararmos o resultado dos alunos brasileiros ao dos demais países, constatamos também que o Brasil obteve o mais baixo percentual de acertos do GR. Contudo, com exceção do grupo da OCDE, os demais países avaliados também tiveram nesse item o seu menor percentual de acertos.

Buscando aprofundar melhor o entendimento de cada um dos itens Incerteza, apresentamos, na Tabela 10, uma análise realizada com esses itens de Incerteza, sob outra perspectiva. Assim, para cada um deles, apresentamos uma análise qualitativa sob uma perspectiva pedagógica objetivando melhor compreendê-lo. Na primeira coluna da Tabela 10, indica-se o código e o nome do estímulo de cada item. Na segunda, fazemos uma reflexão, com a finalidade de sintetizar a tarefa requerida pelo item em termos de habilidades. Levando em consideração a dificuldade do item e o nível a ele associado na escala de proficiência de incerteza do PISA, que se encontra no Anexo V, apresentamos na terceira coluna as habilidades específicas que os estudantes devem possuir a fim de resolvê-lo, de acordo com esse modelo teórico. Para localizar tais habilidades na escala de proficiência de Incerteza do PISA, que são apresentadas na terceira coluna, procedemos da seguinte maneira: diante de um determinado item, identificamos o nível da escala de proficiência a ele associado; depois, recorremos a essa escala e buscamos neste nível a(s) habilidade(s) exigida(s) na solução do mesmo e, finalmente, listamos na terceira coluna as habilidades descritas na escala de proficiência de Incerteza do PISA que melhor descrevem às exigidas na solução do item. Na quarta e na quinta colunas da Tabela 10, apresentamos os descritores da matriz do SAEB e do CBC de Minas Gerais, respectivamente, que consideramos que também podem sintetizar a tarefa, embora de uma perspectiva diferente.

Feito isso, com o intuito de compreender melhor os resultados dos estudantes brasileiros nos itens do PISA, propomos uma discussão acerca do conteúdo e dos conceitos matemáticos de cada item procurando verificar se esse conteúdo, que é requerido para a solução do item PISA, está sendo contemplado pelo currículo de Matemática do Brasil. Entretanto, como não dispomos de um currículo unificado em nosso país, optamos por recorrer à matriz de referência do SAEB e ao CBC de Minas Gerais, apostando que podemos inferir, a partir daí, se tal conteúdo faz parte do currículo de Matemática do Brasil, e de Minas Gerais de forma mais específica. Por fim, o fato de o SAEB ser uma avaliação nos possibilita refletir se o item do PISA poderia ou não ser um item do SAEB, objetivando entender em quais pontos estas duas avaliações - PISA e SAEB - se aproximam e se distanciam.

TABELA 10 – Análise Qualitativa dos Itens de Incerteza

Código do Item	Sentença Descritora	Habilidades - Escala de Proficiência do PISA	Matriz de Referência do SAEB	CBC de Minas Gerais	Adequação do conteúdo ao SAEB/CBC	Seria um item SAEB?
1) M179Q01 Assaltos	Analisar um gráfico de barras truncado, desenvolver e comunicar uma argumentação baseada na interpretação dos dados de maneira crítica, utilizando um raciocínio de proporcionalidade num problema estatístico.	- Utilizar argumentação rigorosa baseada em <i>insight</i> na interpretação de dados. - Comunicar argumentos e explicações complexos.	D36 – Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.	23.6 – Interpretar e utilizar dados apresentados em um gráfico de colunas.	Sim	Não
2) M408Q01 Loterias	Interpretar o conceito de probabilidade, independência de eventos e eventos equiprováveis para resolver um problema da vida real.	- Traduzir descrições de texto em cálculos adequados de probabilidades; - Mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticas básicas (probabilidade, valor esperado, aleatoriedade, média);	A matriz do SAEB não contempla o conteúdo de probabilidade.	26.2 – Resolver problemas que envolvam o cálculo de probabilidade de eventos simples.	Inadequado ao SAEB. Pouco adequado ao CBC.	Não
3) M411Q02 Mergulho	Usar raciocínio numérico para comparar dois métodos diferentes de obter uma nota sintética para um conjunto de dados usando os conceitos estatísticos de média, mínimo, máximo e variabilidade.	- Mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticos básicos (probabilidade, valor esperado, aleatoriedade, média); - Utilizar raciocínio numérico.	A matriz do SAEB não contempla esses conceitos estatísticos.	24.1 – Resolver problemas que envolvam a média aritmética.	Inadequado ao SAEB. Pouco adequado ao CBC.	Não
4) M420Q01 Meio de transporte	Usar raciocínio numérico para comparar dois conjuntos de dados usando os conceitos estatísticos de média, mínimo e máximo	- Interpretar informações apresentadas em tabelas; - Mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticas básicas (Nível 4).	A matriz do SAEB não contempla esses conceitos estatísticos.	De modo geral ,o CBC não contempla o conteúdo.	Inadequado ao SAEB. Pouco adequado ao CBC.	Não

Código do Item	Sentença Descritora	Habilidades - Escala de Proficiência do PISA	Matriz de Referência do SAEB	CBC de Minas Gerais	Adequação do conteúdo ao SAEB/CBC	Seria um item SAEB?
5) M421Q01 Altura	Explicar como é feito o cálculo da média aritmética.	- Comunicar raciocínio de senso comum.	A matriz do SAEB não contempla tal conceito. Estatístico.	24.1 - Resolver problemas que envolvam média aritmética.	Inadequado ao SAEB. Adequado ao CBC.	Não
6) M421Q02 Altura	Interpretar o conceito de média e mediana em situações reais.	- Empregar raciocínio complexo utilizando conceitos estatísticos.	A matriz do SAEB não contempla tais conceitos estatísticos.	24.1 – Resolver problemas que envolvam a média aritmética.	Inadequado ao SAEB. Pouco adequado ao CBC.	Não
7) M421Q03 Altura	Recalcular o valor de uma média aritmética considerando uma média anterior obtida a partir de um dado errado.	- Mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticos básicos (probabilidade, valor esperado, aleatoriedade, média); - Utilizar raciocínio numérico.	A matriz do SAEB não contempla tal conceito estatístico.	24.1 – Resolver problemas que envolvam a média aritmética.	Inadequado ao SAEB. Adequado ao CBC.	Não
8) M423Q01 Cara ou Coroa	Utilizar conceitos básicos de probabilidade (independência de eventos e eventos equiprováveis) para resolver um problema simples e familiar.	- Compreender conceitos básicos de probabilidade no contexto de um experimento simples e conhecido (por exemplo, envolvendo dados ou moedas).	A matriz do SAEB não contempla o conteúdo de probabilidade.	26.2 – Resolver problemas que envolvam o cálculo de probabilidade de eventos simples.	Inadequado ao SAEB. Adequado ao CBC.	Não
9) M438Q01 Exportações	Ler dados em gráficos de barras e de setores, identificando qual deles é relevante para o problema apresentado, para posteriormente localizar a informação solicitada.	Ler valores diretamente em um quadro conhecido de dados, como um gráfico de barras.	D36 – Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.	23.6 – Interpretar e utilizar dados apresentados em um gráfico de colunas.	Sim	Sim
10) M438Q02 Exportações	Ler dados em gráficos de barras e de setores, combinando, de forma adequada, as informações dos dois gráficos e efetuar uma operação numérica elementar.	Identificar e selecionar dados de diversos gráficos estatísticos e executar cálculos básicos.	D36 – Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos. D37 – Associar	23.6 – Interpretar e utilizar dados apresentados num gráfico de colunas. 23.8 – Interpretar e	Sim	Sim

Código do Item	Sentença Descritora	Habilidades - Escala de Proficiência do PISA	Matriz de Referência do SAEB	CBC de Minas Gerais	Adequação do conteúdo ao SAEB/CBC	Seria um item SAEB?
			informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam e vice-versa.	utilizar dados apresentados num gráfico de setores.		
11) M467Q01 Bombons Coloridos	Resolver um problema de probabilidade envolvendo informações apresentadas em um gráfico de barras.	-Mostrar <i>insight</i> em relação a aspectos de dados em tabelas e gráficos. -Utilizar conhecimentos de probabilidade básica para solucionar problemas.	A matriz do SAEB não contempla o cálculo de probabilidade.	23.6 – Interpretar e utilizar dados apresentados num gráfico de colunas. 26.2 – Resolver problemas que envolvam o cálculo de probabilidade de eventos simples.	Inadequado ao SAEB. Adequado ao CBC.	Não
12) M468Q01 Provas de Ciências	Calcular uma média aritmética a partir da compreensão da fórmula da mesma, num caso concreto.	- Mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticas básicas (probabilidade, valor esperado, aleatoriedade, média).	A matriz do SAEB não contempla o cálculo de média aritmética.	24.1 - Resolver problemas que envolvam média aritmética.	Inadequado ao SAEB. Adequado ao CBC.	Não
13) M505Q01 Lixo	Ler dados em uma tabela e apresentar argumentos matemáticos que justifiquem a não utilização de um gráfico de barras para os dados específicos deste item.	-Mostrar <i>insight</i> em relação a aspectos de dados em tabelas e gráficos. -Extrair informações de uma tabela e comunicar um argumento simples baseado nessas informações.	D37 – Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam e vice-versa.	23.2 – Interpretar e utilizar dados apresentados em tabelas.	Um pouco incompleta a habilidade descrita no SAEB e no CBC.	Não
14) M509Q01 Terremoto	Interpretar o conceito de probabilidade e resolver um problema da vida real.	Traduzir descrições de texto em cálculos adequados de probabilidade.	A matriz do SAEB não contempla o conceito de probabilidade.	26.0 – Conceitos básicos de probabilidade.	Inadequado ao SAEB. Adequado ao CBC.	Não
15) M513Q01 Notas de Prova	Aplicar conhecimentos estatísticos em uma situação problemática onde os dados aparecem de formas distintas e complementares: em palavras, no enunciado, e em gráficos. Interpretar e analisar as informações fornecidas e argumentar matematicamente para derrubar uma afirmativa	-Identificar e extrair informações relevantes, e interpretar e associar informações extraídas de múltiplas fontes (por exemplo, de textos, tabelas múltiplas e gráficos).	A matriz do SAEB não trata de média aritmética.	23.6 - Interpretar e utilizar dados apresentados em um gráfico de colunas. 24.1 - Resolver problemas que envolvam média aritmética.	Inadequado ao SAEB. Adequado ao CBC.	Não

Código do Item	Sentença Descritora	Habilidades - Escala de Proficiência do PISA	Matriz de Referência do SAEB	CBC de Minas Gerais	Adequação do conteúdo ao SAEB/CBC	Seria um item SAEB?
	baseada no conceito de média.					
16) M564Q02 Teleférico	Estimar uma taxa de ocupação.	- Executar cálculos de múltiplas etapas, envolvendo as operações aritméticas básicas e trabalhando com porcentagem.	D28 – Resolver problemas que envolvam porcentagem.	5.2 – Resolver problemas que envolvam o cálculo de porcentagem.	Sim	Sim
17) M702Q01 Apoyo ao Presidente	Comparar amostras segundo critérios de representatividade.	Executar modelos complexos envolvendo a aplicação de conhecimento de probabilidade e conceitos estatísticos (por exemplo, aleatoriedade, amostra, independência).	A matriz do SAEB não contempla amostragem.	O CBC não contempla amostragem.	Inadequado ao SAEB e ao CBC.	Não
18) M710Q01 Previsão de chuva	Interpretar um texto com linguagem técnica e analisar o significado de uma probabilidade.	Interpretar textos com linguagem técnica e traduzir a informação para um cálculo de probabilidade adequado.	A matriz do SAEB não contempla o conteúdo de probabilidade.	26.2 – Resolver problemas que envolvam o cálculo de probabilidade de eventos simples.	Inadequado ao SAEB. Pouco adequado ao CBC (fica só no cálculo).	Não
19) M803Q01 Rótulos	Interpretar texto com linguagem técnica e fazer o cálculo de um valor esperado.	- Identificar e extrair informações relevantes e interpretar e associar informações extraídas de múltiplas fontes (por exemplo, textos, tabelas múltiplas, gráficos); - Utilizar raciocínio proporcional e raciocínio com conceitos estatísticos.	A matriz do SAEB não contempla esse conceito.	23.4 - Resolver problemas que envolvam média aritmética.	Inadequado ao SAEB. Pouco adequado ao CBC.	Não
20) M828Q02 Gás Carbônico	Ler e interpretar dados em gráficos mais elaborados e realizar um cálculo numérico simples.	- Interpretar e ler gráficos não padronizados; - Interpretar informações e dados estatísticos e associar diferentes fontes de informação.	D36 – Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.	23.4 – Interpretar e utilizar dados apresentados num gráfico de segmentos.	Pouco adequado ao SAEB. Pouco adequado ao CBC.	Não

Fonte: Elaboração própria com os dados do PISA, do SAEB e do CBC.

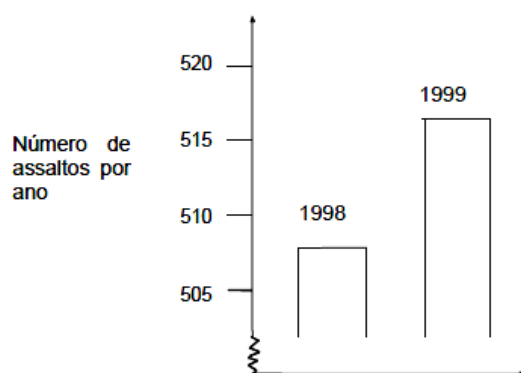
Apresentamos, a seguir, as análises dos itens de Incerteza que compuseram a avaliação do PISA em 2003, conjugando as informações das Tabelas 9 e 10, vislumbrando melhor compreender os resultados quantitativos referentes a cada um dos itens avaliados, tendo em vista uma discussão de caráter pedagógico. Para tal, seguiremos a ordem dos itens conforme apresentamos nas tabelas, o que não quer dizer que esses itens tenham sido apresentados nessa mesma ordem nos cadernos de teste do PISA.

FIGURA 7 – Item 1

Item 1 – Código: M179Q01 - Assaltos

Um repórter de TV apresentou o gráfico abaixo e disse:

_ O gráfico mostra que, de 1998 para 1999, houve um grande aumento no número de assaltos.



Você considera que a afirmação do repórter é uma interpretação razoável do gráfico? Dê uma explicação que justifique sua resposta.

Fonte: Retirado de Brasil, 2011, p.35.

O item 1, classificado pelo PISA como um item de *resposta construída aberta*, exige duas habilidades para a sua solução: argumentação na interpretação dos dados e comunicação/explicação para justificar o que acontece. Observamos que a resposta a essa questão requer que, embora o gráfico esteja correto na informação dos valores, o aluno deve perceber que o truncamento das barras no gráfico pode levar a uma interpretação errada em relação ao que acontece, pois as barras, deixando de ser proporcionais aos valores, exageram a diferença.

Esse é um item que exige conhecimento da área de Incerteza que, segundo o modelo teórico do PISA, explora uma *situação pública* e ajuda a verificar o domínio do *grupo de competências de conexão*.

Como dito anteriormente, esse foi o único item de incerteza em que foram consideradas respostas parciais. O parâmetro de dificuldade desse item foi calibrado em 694 pontos para a resposta completamente correta. Isso significa que um aluno que tem uma proficiência estimada em 694 pontos na escala de proficiência do PISA possui uma probabilidade igual a 0,5 de acertar completamente esse item, ou seja, esse é um item difícil. De fato, ele está alocado no *nível 6* da escala de proficiência de Incerteza. Foram consideradas completamente corretas respostas que indicavam “não, não é razoável” e que “focalizavam o fato de que a figura mostra apenas uma parte do gráfico, ou contém argumentos corretos em termos de aumento de razão ou porcentagem” (OCDE, 2005a).

Entre os itens de Incerteza divulgados pelo INEP, esse foi o item em que o Brasil obteve o seu pior desempenho. Apenas 4% dos alunos brasileiros foram capazes de resolvê-lo. Isso nos mostra que as habilidades de “utilizar argumentação rigorosa baseada em *insight* na interpretação de dados” e “comunicar argumentos e explicações complexos” se mostram muito pouco consolidadas para os alunos de 15 anos de idade, especialmente para os alunos brasileiros. Comparando o desempenho dos alunos brasileiros aos do grupo de referência e aos alunos da OCDE, temos resultados bastante distintos. Percebemos que para o grupo de referência esse também foi o item de Incerteza com o pior resultado, qual seja 8,6%. Entretanto, para o grupo da OCDE, além de os alunos não apresentarem o seu pior desempenho nesse item, 41,5% deles foram capazes de resolvê-lo, o que nos mostra uma realidade bastante diferente da nossa.

Considerando a possibilidade de um aluno acertar parcialmente esse item, o valor estimado do parâmetro de dificuldade foi de 577 pontos. Nesse caso, percebemos uma mudança considerável na localização desse item na escala de proficiência, passando a ser alocado no nível 4. Foram consideradas como parciais as respostas que indicavam “não, não é razoável, mas com explicações sem detalhes (focaliza apenas um aumento

expresso pelo número preciso de roubos, mas não compara esse número com o total), ou com método correto, porém com pequenos erros de cálculo” (OCDE, 2005a).

Ao analisar de forma mais global os conceitos matemáticos desse item, pode-se considerar que eles estão contemplados tanto na matriz descritora do SAEB como no CBC de Minas Gerais. Entretanto, ao realizar uma análise mais aprofundada, levando em conta as habilidades necessárias para a sua resolução, percebemos que reside aí a principal diferença entre os itens das avaliações do PISA e do SAEB. O nível de exigência e de elaboração dos itens é muito diferente. Ao comparar o item 1, de resposta construída aberta, com os itens do SAEB, percebe-se, primeiramente, que só o fato de esse item exigir mais de uma habilidade para a sua solução ele já não seria um item dele, uma vez que os itens dessa avaliação são construídos para avaliar apenas uma habilidade. Outra diferença importante está no tipo de item. O SAEB utiliza, em seus testes, apenas itens de múltipla escolha e um item como esse, de resposta construída aberta, não se enquadra no modelo de prova do SAEB.

O item 2, de *múltipla escolha complexa*, propõe alternativas para o aluno decidir entre verdadeiro ou falso e, numa *situação pública*, apresenta a Matemática no *contexto de jogos de loteria*. Sua solução requer que o aluno resolva um problema da vida real utilizando os conceitos de probabilidade, independência de eventos e eventos equiprováveis bem como a interpretação dos mesmos, para fazer as suas escolhas em cada uma das alternativas propostas. Trata-se de um item que se enquadra no grupo de competências de reflexão, exigindo do aluno as habilidades de “traduzir descrições de texto em cálculos adequados de probabilidade” e “mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticas básicas”.

O percentual de acerto dos alunos brasileiros nesse item foi de apenas 15%, um percentual menor do que o de todos os países do GR, com exceção do México. Mais uma vez constatamos que os nossos alunos não estão aptos a resolver questões que envolvem um raciocínio um pouco mais elaborado. Particularmente nesse item, o único país que obteve um percentual de acertos superior a 50% foi a Espanha, que atingiu 55% de acerto, ficando acima inclusive do percentual de acertos da OCDE, que foi de 42%.

Quanto ao conteúdo matemático exigido para a solução desse item, ele se mostrou inadequado em relação à matriz de referência do SAEB e pouco adequado ao CBC de Minas Gerais. Embora o CBC contemple o cálculo de probabilidades, em nenhum momento conseguimos identificar, nesse documento, habilidades relacionadas à cálculos mais elaborados nos quais o aluno tenha que utilizar conceitos de independência e de eventos equiprováveis. Certamente esse não seria um item SAEB. O tipo de item (múltipla escolha complexa) e o conteúdo matemático exigido para a sua solução não estão adequados à matriz de referência dessa avaliação.

O item 3, classificado como um item de múltipla escolha, apresenta o conteúdo de *incerteza* em uma *situação educacional*. Sua solução envolve *competências do grupo de reflexão* e exige que o aluno seja capaz de comparar dois métodos de obtenção de um valor que descreva um conjunto de dados, utilizando os conceitos estatísticos de média, mínimo, máximo e variabilidade.

Como podemos observar com base nos percentuais de acerto do item, a maioria dos alunos brasileiros não conseguiu resolvê-lo, o mesmo acontecendo com os países do grupo de referência e também com os países da OCDE. Tais resultados mostram que as habilidades de “mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticos básicos (probabilidade, valor esperado, aleatoriedade, média)” e “utilizar raciocínio numérico”, em um problema que exige competências de *reflexão*, não estão consolidadas para os alunos, e esta não é uma particularidade do Brasil.

O conteúdo matemático exigido para a solução desse item se mostrou inadequado à matriz de referência do SAEB e pouco adequado ao CBC de Minas Gerais. O item 3 não seria um item do SAEB, tendo em vista as habilidades exigidas para a sua solução.

No item 4, de *múltipla escolha complexa*, o aluno deve ser capaz de comparar dois conjuntos de dados através do cálculo e da interpretação dos conceitos de média, mínimo, máximo e variabilidade, retirando as informações de uma tabela de dados. Esse é um item que apresenta a estatística em uma situação educacional, no contexto do meio de transporte utilizado pelos alunos e se enquadra no grupo de competências de conexão.

Localizado no nível 3 da escala de proficiência de Incerteza, esse item teve o parâmetro de dificuldade estimado em 544 pontos, ou seja, esta é a proficiência necessária para que um aluno acerte esse item com probabilidade 0,5. Apesar dessa classificação, que leva em consideração o índice de dificuldade, ao apreciar esse item percebemos que ele seria melhor classificado no nível 4 da escala de proficiência, que descreve mais adequadamente as habilidades necessárias para a sua solução.

Analisando o percentual de acerto, percebemos que 25% dos alunos brasileiros foram capazes de resolver esse item. Comparando os nossos resultados com o GR através do índice de sucesso, constatamos que, de modo geral, o GR teve um resultado melhor que o Brasil, com exceção do México que apresentou um resultado próximo ao do Brasil, qual seja, 23% de acerto. Diante dessas constatações, notamos que a maioria dos alunos brasileiros não desenvolveu habilidades de “interpretar informações apresentadas em tabelas” e “mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticas básicas”, em um problema que exija do aluno a capacidade de conectar ideias. Por outro lado, considerando o grupo de países da OCDE, os resultados mostraram 50% de acerto no item, e os alunos dos EUA se destacaram com 61% de acerto.

Esse item não está adequado à matriz de referência do SAEB. Ademais, ele exige mais de uma habilidade para a sua solução e um raciocínio mais elaborado do que os itens do SAEB. Quanto ao CBC de Minas Gerais, verificamos que existe uma pequena interseção entre o conteúdo matemático que está nele proposto e o exigido para a solução do item 4.

O item 5 é um item de *resposta construída aberta*, cuja solução exige a habilidade de o aluno explicar como é realizado o cálculo de uma média aritmética, em uma *situação* educacional, no contexto de altura média, que pretende verificar o domínio do grupo de competências de conexão. 14% dos alunos brasileiros foram capazes de resolvê-lo. Isso nos leva a crer que a habilidade de “comunicar raciocínio de senso comum” se mostra muito pouco consolidada para os alunos dessa faixa etária, especialmente para os brasileiros. Comparando o desempenho dos alunos brasileiros ao do grupo de

referência, esse foi o item que o Brasil se distanciou mais do GR, com um índice de sucesso de apenas 32%.

Ao analisar o conteúdo matemático desse item, constata-se que ele não está contemplado na matriz descritora do SAEB, embora esteja totalmente coerente com o CBC de Minas. Um item como este, de resposta construída aberta, não se enquadra no modelo de prova do SAEB, tanto pelo formato do item quanto pelo conteúdo matemático exigido para a sua solução.

No item 6, de *múltipla escolha complexa*, o aluno deverá interpretar o conceito de média e mediana em uma *situação educacional*, mostrando dominar *competências de reflexão*, utilizando o mesmo estímulo do item anterior. Com o parâmetro de dificuldade estimado em 703 pontos, ele está situado no nível 6 da escala de proficiência em Incerteza. Segundo tal critério, esse foi o item mais difícil de Incerteza da prova do PISA de 2003.

O percentual de acerto dos alunos brasileiros nesse item foi de apenas 4%, um percentual menor do que o de todos os países do GR. Esse item não teve um alto percentual de acerto em nenhum dos países analisados; ao contrário, foi o item em que todos os países tiveram os mais baixos percentuais de acerto. O maior percentual de acerto nesse item foi o da OCDE, apenas 18%. Portanto, a habilidade requerida para a sua solução, de “usar raciocínio complexo, interpretando e comparando os conceitos de média e mediana”, ainda não foi desenvolvida pelos alunos dessa faixa etária.

Quanto ao conteúdo matemático exigido para a solução desse item, pode-se dizer que ele se mostrou inadequado à matriz de referência do SAEB e pouco adequado ao CBC de Minas Gerais. Também o formato se mostrou inadequado ao modelo do SAEB, portanto, certamente esse não seria um item SAEB.

Embora utilize o mesmo estímulo dos itens 5 e 6, o item 7 é classificado como um item de *múltipla escolha*, que é o tipo de item costumeiramente utilizado nas avaliações em larga escala brasileiras. Para resolvê-lo, o aluno deve recalcular o valor de uma média aritmética considerando uma média anterior obtida a partir de um dado errado. Isso

envolve a percepção de que a diferença entre o valor errado e o valor correto tem que ser considerada ao refazer o cálculo. Assim o aluno deverá realizar uma manipulação numérica um pouco mais elaborada do que as manipulações de rotina. Esse item também apresenta o *conteúdo de Incerteza* em uma *situação* educacional bastante comum no cotidiano escolar.

Como podemos observar através dos percentuais de acerto do item, a maioria dos alunos brasileiros não conseguiu resolvê-lo e o mesmo aconteceu com os países do grupo de referência e também com os países da OCDE. Ou seja: as habilidades de “mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticos básicos (probabilidade, valor esperado, aleatoriedade, média)” e “utilizar raciocínio numérico”, ainda carecem de uma atenção muito especial no ensino de matemática.

O conteúdo matemático exigido para a solução desse item não se mostrou adequado à matriz de referência do SAEB e, apesar de o seu formato ser coerente com o formato dos itens SAEB, ele também certamente não seria um item SAEB, não apenas pela inadequação do conteúdo, mas também pelo nível de raciocínio que a sua solução exige.

Outro item de múltipla escolha é o item 8. Para resolvê-lo, o aluno deverá utilizar conceitos básicos de probabilidade, como independência de eventos e eventos equiprováveis para estimar a probabilidade pedida.

Apresentando o conteúdo de incerteza em uma *situação educacional*, no *contexto* bastante comum, qual seja, o de *lançamento de moedas*, esse item se enquadra no *grupo de competências de reprodução*. Ele trabalha com os conceitos de aleatoriedade e independência de eventos de forma simples e familiar, mostrando a importância de o aluno perceber que os problemas do cotidiano muitas vezes não são determinísticos. Esse rompimento do pensamento determinístico é uma tendência relativamente nova na educação matemática e ela se faz necessária na formação do cidadão crítico e bem-informado (BATANERO e SERRANO, 1995).

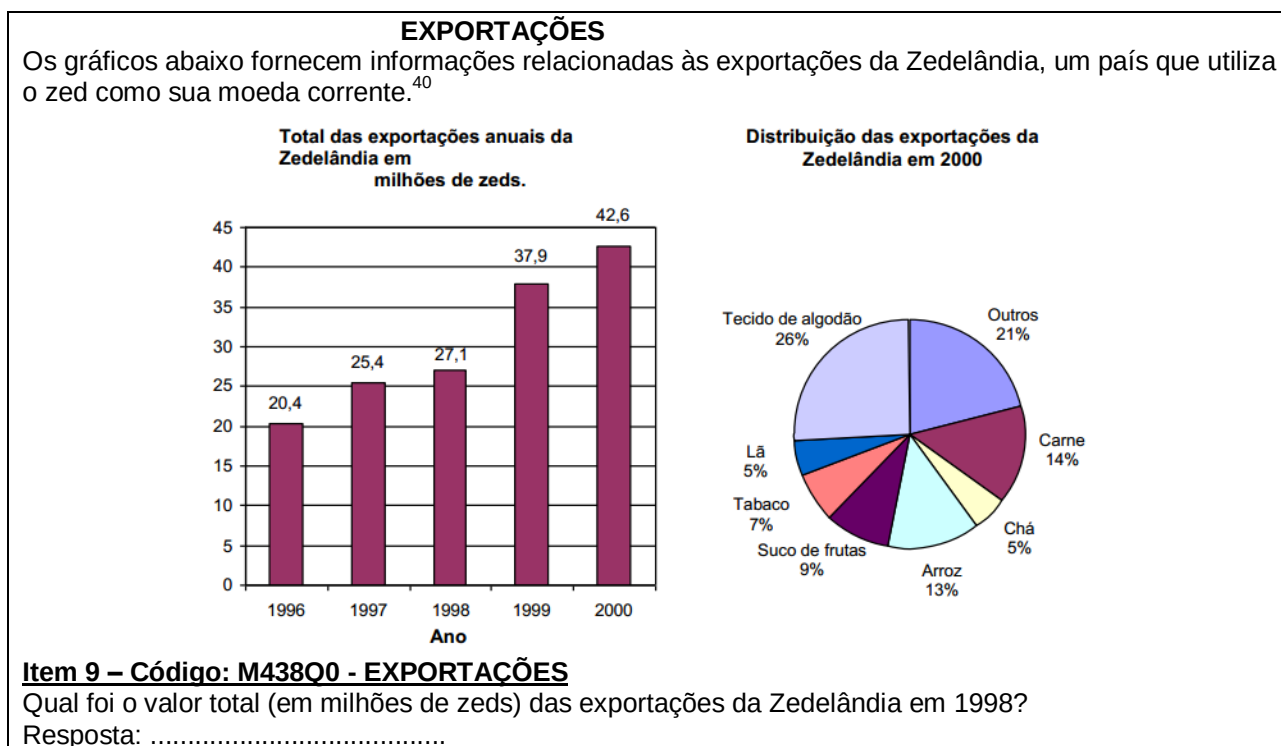
Esse foi o item de Incerteza que teve a estimativa do parâmetro de dificuldade mais baixa, no valor de 407 pontos e foi o único classificado no *nível 1* da escala de proficiência sendo, portanto, considerado o item mais fácil dessa subárea da Matemática da avaliação do PISA de 2003.

Esse também foi o item de Incerteza em que os alunos brasileiros tiveram o maior percentual de acerto e o maior índice de sucesso em relação ao GR, com valores respectivamente iguais a 73% e 0,95. Os demais países do GR e da OCDE também apresentaram percentuais altos de acerto nesse item. Assim, concluímos que a habilidade de “compreender conceitos básicos de probabilidade no contexto de lançamento de moedas” está bem solidificada para os alunos dessa faixa etária.

Verificamos que a matriz de referência do SAEB não contém um descritor que trate dessa habilidade e tampouco algum outro descritor relacionado ao cálculo de probabilidades, o que nos leva a crer que esse não seria um item SAEB. Entretanto, de modo geral, os alunos brasileiros foram capazes de resolvê-lo, por se tratar de um item que apresenta a Matemática de uma forma bastante próxima do aluno. Essa habilidade está sendo desenvolvida, ainda que não seja na sala de aula, o que merece maior aprofundamento como eventual desdobramento desta pesquisa. Ou seja, esse seria um possível exemplo de uma aprendizagem que ultrapassa a da sala de aula e que nos mostra que o aluno também aprende Matemática em outros espaços. Por outro lado, ao tomarmos o CBC de Minas Gerais como parâmetro, verificamos que a habilidade exigida para a solução desse item está especificada pelo descritor 26.2.

Um recurso bastante comum nas provas do PISA é a utilização de um estímulo que serve de suporte a mais de um item. Como exemplo, temos abaixo o estímulo “Exportações”, composto por dois gráficos que serão utilizados como suporte nos itens 9 e 10.

FIGURA 8 – Item 9



Fonte: Retirado de Brasil, 2011, p.56.

O item 9, apesar de não ser uma questão de múltipla escolha, é classificado pelo PISA como um *item de resposta construída fechada*, ou seja, dada a resposta do aluno, é possível transformá-la simplesmente em certa ou errada. A solução desse item exige apenas que o aluno seja capaz de fazer a leitura ou de reconhecer um valor em um gráfico de barras. Como o estímulo para esse item possui dois gráficos, primeiramente o aluno deverá ser capaz de identificar qual deles possui as informações relevantes para o problema apresentado. Isso pode ser feito simplesmente através da leitura do título dos dois gráficos. A solução do problema se resume, pois, simplesmente em localizar a informação pedida.

⁴⁰ O título de gráfico de barras apareceu da seguinte maneira no caderno de teste do PISA 2003: Total de exportações anuais da Zedelândia em milhões de zeds, 1996 – 2000 (constatação feita na análise realizada dentro do INEP). Portanto, a redação do item que está disponível para consulta pública está ligeiramente diferente daquela da prova oficial.

Esse item possui enunciado claro e preciso, com gráficos nítidos, bem-posicionados e boa tradução. Há nele palavras desconhecidas, como por exemplo: Zedelândia (país fictício) e Zed (moeda fictícia). Entretanto, por se tratar de uma avaliação internacional, é comum a utilização desse tipo de recurso no PISA, visando não privilegiar alunos de um determinado país.

A mídia utiliza, com bastante frequência, esse tipo de gráfico para ilustrar as informações por ela veiculadas e para chamar a atenção do leitor. A leitura e a compreensão do tipo de informação contida nesse item, que apresenta uma *situação pública* em um *contexto* atual e interessante, qual seja, o *de exportações*, são componentes essenciais do *letramento matemático*. Para resolver esse item, são necessários procedimentos rotineiros que se enquadram no grupo de competências de *reprodução*. A única habilidade exigida para a sua solução é ler um gráfico de barras encaixando-se no conteúdo matemático da área de *Incerteza*.

Entre os itens de Incerteza de divulgação autorizada, esse foi o item em que o Brasil apresentou o seu maior percentual de acertos, com um valor de 66%. Essa informação nos possibilita concluir que a maioria dos alunos brasileiros desenvolveu a habilidade de “ler valores diretamente em um quadro conhecido de dados, como um gráfico de barras”. Percebemos que não se trata de uma particularidade apenas do Brasil. Tanto o GR como os países da OCDE também tiveram nesse item o seu maior percentual de acertos. Assim, concluímos que a habilidade de ler um gráfico de barras, que é tão importante e presente no dia a dia do cidadão, está bem consolidada, de modo geral.

Ao analisar o conteúdo desse item, percebe-se que ele está completamente contemplado tanto na matriz de referência do SAEB como no CBC de Minas Gerais. Além do mais, ele exige apenas uma habilidade para a sua solução, o que o possibilitaria ser um item SAEB. Vale a pena ressaltar que dos nove itens de Incerteza de divulgação autorizada analisados, apenas dois teriam possibilidade de se enquadrar no modelo de item do SAEB e esse seria um deles.

O item 10 se enquadra no grupo de competências de *conexão*.

FIGURA 9 – Item 10

Item 10 – Código: M438Q02 - EXPORTAÇÕES

Qual foi o valor das exportações de suco de frutas da Zedelândia em 2000?

- A 1,8 milhões de zeds.
- B 2,3 milhões de zeds.
- C 2,4 milhões de zeds.
- D 3,4 milhões de zeds.
- E 3,8 milhões de zeds.

Fonte: Retirado de Brasil, 2011, p.57.

Embora utilize o mesmo estímulo do item 9, esse item tem um formato diferente do item anterior. Ele é classificado como um item de *múltipla escolha*, que é o tipo de item costumeiramente utilizado nas avaliações em larga escala brasileiras, como o SAEB. Para resolvê-lo, o aluno deve ler dados em gráficos de barras e setores, combinar as informações dos dois gráficos e fazer uma operação numérica elementar.

Como o item 9, esse item também apresenta o conteúdo de Incerteza em uma situação *pública* bastante comum no cotidiano, que exige do aluno associar informações adequadas nos dois gráficos – barras e setores – e realizar um cálculo de porcentagem.

Como podemos observar através dos percentuais de acerto do item, a maioria dos alunos brasileiros não conseguiu resolvê-lo. Assim também aconteceu com os países do grupo de referência e também com os países da OCDE. Tais resultados nos chamam a atenção para um fato interessante: a habilidade de “identificar e selecionar dados de diversos gráficos estatísticos e executar cálculos básicos”, embora esteja fortemente presente na vida real, ainda carece de atenção especial no ensino de Matemática. Comparando as habilidades e os resultados dos itens 9 e 10, percebemos claramente que especialmente os alunos brasileiros são capazes de ler uma informação em um gráfico de barras, mas, se houver necessidade de fazer algo mais que isso, como no item 10, eles já não estão preparados para encontrar a solução. Dito de outra forma, parece que os alunos brasileiros desenvolvem mais habilidades de *reprodução* do que de *conexão*.

O conteúdo matemático necessário para a solução desse item se mostrou adequado tanto à matriz de referência do SAEB quanto ao CBC de Minas Gerais. Contudo, apesar

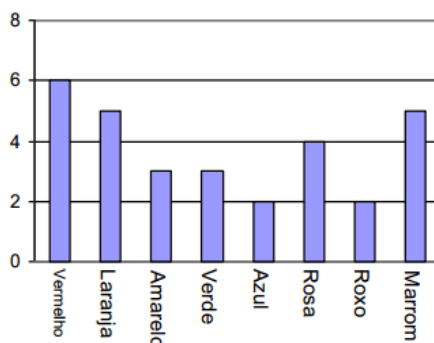
do que está sendo exigido por este item estar contemplado na matriz do SAEB, a solução dele exige duas habilidades expressas pelos descritores 23.6 e 23.8 da matriz de referência, o que o impossibilita de ser um item SAEB, já que os itens dessa avaliação são construídos para medir apenas uma habilidade.

Outro item de *múltipla escolha* é o item 11.

FIGURA 10 – Item 11

Item 11 - Código: M467Q01 - BOMBONS COLORIDOS

A mãe de Roberto permite que ele pegue um bombom de um saco. Ele não consegue ver os bombons. O gráfico abaixo mostra o número de bombons de cada cor contidas no saco.



Qual é a probabilidade de Roberto pegar um bombom vermelho?

- A 10%
- B 20%
- C 25%
- D 50%

Figura - Retirado de Brasil, 2011, p.60.

Para resolver esse item, o aluno deve aplicar o conceito de probabilidade como quociente de contagens (casos favoráveis/casos possíveis) e transformar o resultado em percentual, retirando as informações de um gráfico de barras.

Trata-se de um item que apresenta uma situação pessoal e se enquadra no grupo de *competências de reprodução*, segundo a classificação que lhe foi atribuída pelo PISA. Mas seria esse, indiscutivelmente, um problema do grupo de competências de reprodução? Acreditamos que um item que exige que o aluno seja capaz de retirar dados de um gráfico e, posteriormente, calcular probabilidades, não deveria ser considerado uma mera reprodução. Do nosso ponto de vista, ele se enquadraria melhor no grupo de *competências de conexão*.

Analisando o percentual de acertos desse item, percebemos que apenas 20% dos alunos brasileiros foram capazes de resolvê-lo. Comparando os nossos resultados com o GR através do índice de sucesso, constatamos que, de modo geral, o GR teve um resultado melhor que o Brasil, com exceção do México que apresentou apenas 19% de acerto. Por outro lado, considerando o grupo de países da OCDE, os resultados mostraram 50% de acerto no item. Diante dessas constatações, percebemos que a maioria dos alunos brasileiros não desenvolveu habilidades de “mostrar *insight* em relação a aspectos de dados em tabelas e gráficos” e “utilizar conhecimentos de probabilidade básica para solucionar problemas”.

Apesar de o termos considerado como um item que exige competências de conexão, acreditamos que é um item relativamente simples de ser resolvido. Então, o que estaria acontecendo com os nossos alunos, ou melhor, com o ensino de Matemática no Brasil? Ao consultar a matriz de referência do SAEB para o 9º ano, constatamos que ela não contempla o conteúdo de probabilidade. Por outro lado, outro fato interessante que observamos foi que o CBC de Minas Gerais contempla o conteúdo de probabilidade. Constatamos, também, a partir das análises realizadas na Tabela 3, que o CBC de Minas Gerais está mais próximo do PISA do que a matriz de referência do SAEB, considerando a área de Incerteza.

Finalmente, esse não poderia ser um item SAEB, pois o seu conteúdo não está contemplado na matriz de referência desta avaliação. Essa pode ser uma das explicações para o baixo desempenho dos alunos brasileiros nesse item.

O próximo item 12 é um item de resposta construída fechada.

FIGURA 11 – Item 12

Item 12 – Código: M468Q01 - PROVAS DE CIÊNCIAS

Na escola de Marli, o professor de ciências aplica provas que valem 100 pontos. Marli obteve uma média de 60 pontos nas primeiras quatro provas de ciências. Na quinta prova, ela conseguiu 80 pontos.

Qual é a média de Marli em ciências após as cinco provas?

Média:

Fonte: Retirado de Brasil, 2011, p.61.

Nesse caso, mais do que o simples cálculo de uma média, o aluno deve entender o significado da média e usá-la, junto com seu algoritmo de cálculo, para resolver o problema. A resposta a essa questão requer perceber que não se trata de calcular a média entre 60 e 80 pontos, mas a média nas cinco provas. Portanto, o aluno deverá compreender que, para cada uma das quatro provas anteriores, ele deverá usar o valor médio, qual seja 60 pontos e, então, calcular a média entre as cinco provas.

Esse item apresenta o conteúdo de Incerteza em uma situação educacional bastante comum no cotidiano escolar, no *contexto de notas de provas* e se enquadra no *grupo* de competências de reprodução.

Apenas 17% dos alunos brasileiros foram capazes de resolvê-lo corretamente. Ao comparar esse resultado com o GR, percebemos que todos os demais países desse grupo tiveram percentuais de acerto superior ao do Brasil. Entretanto, com exceção dos EUA, nenhum deles e nem mesmo o grupo da OCDE obteve um percentual de acerto superior a 50%. Portanto, constatamos que os estudantes brasileiros apresentam dificuldades relacionadas com a habilidade de “mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticas básicas”, o que também ocorre com os outros estudantes do GR, apesar de ser em menor grau.

O conteúdo exigido para a solução desse item se mostrou inadequado em relação à matriz de referência do SAEB e adequado ao CBC de Minas Gerais.

O item 13 é classificado pelo PISA como um item de resposta construída aberta, que exige uma argumentação apropriada como justificativa.

FIGURA 12 – Item 13

Item 13- Código: M505Q01 - LIXO

Para uma atividade escolar sobre o meio ambiente, os alunos coletaram informações sobre o tempo de decomposição de vários tipos de lixo que as pessoas jogam fora:

Tipo de Lixo	Tempo de decomposição
Casca de Banana	1 a 3 anos
Casca de laranja	1 a 3 anos
Caixas de papelão	0,5 ano
Goma de mascar	20 a 25 anos
Jornais	Alguns dias
Copos de plástico	Mais de 100 anos

Um

aluno pretende mostrar os resultados em um gráfico de barras.

Dê **uma** justificativa para o fato de que o gráfico de barras não é o mais apropriado para representar estes dados.

Fonte: Retirado de Brasil, 2011, p.69.

O aluno deve ser capaz de ler dados em uma tabela e apresentar argumentos matemáticos válidos para justificar que um gráfico de barras é inadequado para representar os dados específicos desse item. Para isso, ele deverá ser capaz de perceber a grande amplitude de variação presente nos dados ou que algumas categorias não podem ser adequadamente representadas por uma barra.

Esse item, que apresenta uma situação *científica*, envolve a compreensão de uma situação teórica e se enquadra no grupo de *competências de reflexão*, segundo o modelo teórico do PISA.

Em relação ao percentual de acerto no item, o Brasil teve um resultado similar ao do item anterior. Portanto, a maioria dos alunos brasileiros não desenvolveram habilidades de “mostrar *insight* em relação a aspectos de dados em tabelas e gráficos” e “extrair informações de uma tabela e comunicar um argumento simples baseado nessas informações”. Dentre os países do GR, Portugal e Espanha se destacaram com mais de 50% de acerto nesse item. O grupo da OCDE também obteve 52% de acerto.

O conteúdo matemático exigido para a solução desse item se mostrou adequado tanto em relação à matriz de referência do SAEB quanto em relação ao CBC de Minas Gerais. Isso nos leva a crer que muito provavelmente esse conteúdo está sendo

ensinado nas escolas brasileiras, mas explorando apenas *competências do grupo de reprodução*, o que não possibilita ao aluno resolver um item que exige uma competência de *reflexão*.

No item 14, de múltipla escolha, o aluno deverá utilizar o conceito de probabilidade para interpretar situações da vida real a partir de cálculos probabilísticos.

FIGURA 13 – Item 14

Item 14- Código: M509Q01 - TERREMOTO

Foi divulgado um documentário sobre terremotos e a frequência com que eles ocorrem. Esta reportagem incluiu uma discussão sobre a previsibilidade dos mesmos.

Um geólogo declarou: - Nos próximos vinte anos, a probabilidade de que ocorra um terremoto em Zedópolis é de dois em três.

Qual das opções a seguir exprime melhor o significado da *declaração do geólogo*?

- A. $\frac{2}{3} \times 20 = 13,3$, portanto no período de 13 a 14 anos, a partir de hoje, haverá um terremoto em Zedópolis.
- B. $\frac{2}{3}$ é maior que $\frac{1}{2}$, portanto podemos ter certeza de que haverá um terremoto em Zedópolis nos próximos 20 anos.
- C. A probabilidade de haver terremoto em Zedópolis nos próximos 20 anos é maior do que a probabilidade de não haver um terremoto.
- D. Não se pode afirmar o que acontecerá porque ninguém pode ter certeza de quando ocorrerá um terremoto.

Fonte: Retirado de Brasil, 2011, p.71.

Esse é um item que apresenta uma *situação científica* e se enquadra no grupo de *competências de reflexão*, exigindo que o aluno tenha desenvolvido a habilidade de “traduzir descrições de texto em cálculos adequados de probabilidade”.

O percentual de acerto dos alunos brasileiros nesse item foi de 24%, um percentual menor do que o de todos os países do GR. Mais uma vez constatamos que os nossos alunos não estão aptos a resolver questões que envolvem um raciocínio mais elaborado. Particularmente nesse item, o único país do GR que obteve um percentual de acertos superior a 50% foram os EUA, ficando acima inclusive do percentual de acertos da OCDE. O conteúdo exigido para a solução desse item se mostrou inadequado para a matriz de referência do SAEB e adequado para o CBC de Minas Gerais, como mostra a análise apresentada na Tabela 2.

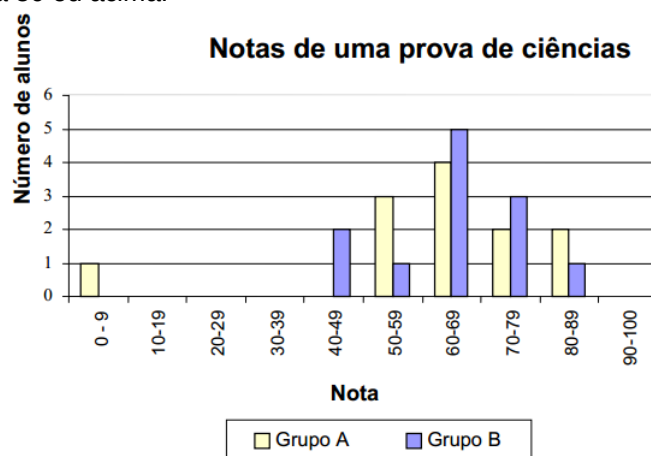
O item 15 é um item de resposta construída aberta, cuja solução exige habilidades importantes de pensamento e raciocínio, argumentação e comunicação.

FIGURA 14 – Item 15

Item 15- Código: M513Q01 - NOTAS DE PROVA

O gráfico abaixo mostra os resultados de uma prova de ciências de dois grupos denominados Grupo A e Grupo B.

A nota média para o Grupo A é de 62,0 e para o Grupo B é de 64,5. Os alunos são aprovados nesta prova quando tiram nota 50 ou acima.



Analisando o gráfico acima, o professor afirma que, nesta prova, o Grupo B foi melhor que o Grupo A. Os alunos do Grupo A não concordam com o professor. Eles tentam convencer o professor de que o Grupo B não foi necessariamente o melhor.

Utilizando o gráfico, dê um argumento matemático em que os alunos do Grupo A poderiam se apoiar.

Fonte: Retirado de Brasil, 2011, p.73.

O aluno, para responder corretamente a essa questão, deverá aplicar conhecimentos estatísticos em uma situação-problema, para extrair informações onde os dados aparecem de formas distintas e complementares: em palavras, no enunciado e em gráficos. Deverá, também, interpretar e analisar as informações fornecidas e argumentar matematicamente para derrubar uma afirmativa baseada no conceito de média. Portanto, ele terá de se fundamentar em argumentos que se baseiem no número de alunos que foram aprovados em cada turma, no número de alunos que tiveram as maiores notas, como notas acima de 80, ou na influência da menor nota que o aluno mais fraco do grupo A teve na média da sua turma.

Esse é um item que exige conhecimento da área de Incerteza, explora uma situação *educacional*, ajuda a verificar o domínio do *grupo de competências de conexões*.

Apenas 11% dos alunos brasileiros foram capazes de resolvê-lo. Comparando os percentuais de acerto aos dos outros países do GR e ao grupo da OCDE, percebemos que nenhum deles obteve um percentual de acerto nesse item superior a 50%. Isso nos leva a crer que as habilidades de “utilizar argumentação rigorosa baseada em *insight* na interpretação de dados” e “comunicar argumentos e explicações complexos” se mostram muito pouco consolidadas para os alunos dessa faixa etária, especialmente para os alunos brasileiros, que, juntamente com os mexicanos, tiveram os piores resultados.

Esse item certamente não seria um item SAEB. O conteúdo matemático nele envolvido não está totalmente contemplado na matriz descritora do SAEB, uma vez que o cálculo de média aritmética não faz parte da matriz do 9º ano. Além disso, a sua solução exige mais de uma habilidade. Entretanto, o conteúdo avaliado nesse item se mostra adequado ao CBC de Minas Gerais, uma vez que as habilidades matemáticas envolvidas na sua solução fazem parte do eixo temático “Tratamento de Dados” do currículo básico comum deste estado.

Classificado como um *item de múltipla escolha*, o item 16 requer que o aluno estime uma taxa de ocupação, realizando cálculos envolvendo porcentagem. Esse item apresenta uma *situação pública*, em um *contexto* não muito familiar para os alunos brasileiros, o de teleférico. Sua solução exige competências do grupo de *conexão*.

27% dos alunos brasileiros foram capazes de resolver corretamente esse item. Ao comparar esse resultado com o do GR, percebemos que todos os demais países desse grupo tiveram percentuais de acerto superior ao do Brasil, com exceção do México. Entretanto, nenhum deles e nem mesmo o grupo da OCDE obteve um percentual de acerto superior a 50%. Portanto, constatamos que os estudantes brasileiros apresentam dificuldades relacionadas com a habilidade de “executar cálculos de múltiplas etapas, envolvendo as operações aritméticas básicas e trabalhando com porcentagem”, o que também ocorre com os outros estudantes do GR e da OCDE, apesar de ser em menor grau.

Esse item apresenta o conteúdo matemático de forma mais geral. Não o consideramos como sendo um item de Incerteza, apesar de ele ser assim classificado pelo PISA (OCDE, 2005a). O seu conteúdo nos pareceu muito mais próximo da área de Quantidade e foi justamente nas habilidades listadas para essa subárea que conseguimos localizar a habilidade exigida para a sua solução na matriz de referência do SAEB e no CBC de Minas Gerais. Pela compatibilidade de conteúdo matemático referente à matriz do SAEB e pela construção do item, consideramos que esse poderia ser um item SAEB, porém da subárea de Quantidade. Aos nossos olhos, esse foi um dos poucos itens que poderia se encaixar no modelo de avaliação do SAEB.

Outro item que exige habilidades de *conexão* é o item 17.

FIGURA 15 – Item 17

APOIO AO PRESIDENTE Em Zedelândia, foram realizadas pesquisas de opinião para se avaliar a popularidade do Presidente, tendo em vista as próximas eleições. Quatro editores de jornais realizaram pesquisas independentes, em âmbito nacional. Os resultados das quatro pesquisas estão apresentados abaixo: Jornal 1: 36,5% (pesquisa realizada em 6 de janeiro, com uma amostragem de 500 cidadãos com direito a voto, selecionados aleatoriamente); Jornal 2: 41,0% (pesquisa realizada em 20 de janeiro, com uma amostragem de 500 cidadãos com direito a voto, selecionados aleatoriamente); Jornal 3: 39,0% (pesquisa realizada em 20 de janeiro com uma amostragem de 1000 cidadãos com direito a voto, selecionados aleatoriamente); Jornal 4: 44,5% (pesquisa realizada em 20 de janeiro, com 1000 leitores do jornal que telefonaram para a redação a fim de votar). Item 17- Código: M702Q01 - APOIO AO PRESIDENTE Que jornal forneceria o resultado mais provável para se prever o nível de apoio ao presidente se a eleição fosse realizada em 25 de janeiro? Dê duas explicações que justifiquem a sua resposta.
--

Fonte: Retirado de Brasil, 2011, p.101.

Para resolver esse item, com base em resultados de pesquisas e respectivos métodos de amostragem, o aluno deverá perceber a influência da aleatoriedade, do tamanho da amostra e da resposta voluntária para desenvolver sua argumentação sobre qual é o resultado mais confiável.

Nesse item de resposta construída aberta, o conteúdo de Incerteza é aplicado em uma *situação pública*, no contexto de *eleição*. Com um nível de dificuldade igual a 615

pontos e alocado no *nível* 5 da escala de proficiência, este foi o item divulgado de Incerteza em que os alunos brasileiros tiveram o pior resultado em relação ao GR, com um índice de sucesso igual a 0,43. Apenas 10% dos alunos brasileiros acertaram esse item e nenhum dos demais países obteve um percentual de acerto superior a 50%. Assim, podemos afirmar que a maioria dos alunos desses países não consolidaram as habilidades de “executar modelos complexos envolvendo a aplicação de conhecimento de probabilidade e conceitos estatísticos (por exemplo, aleatoriedade, amostra, independência)”.

O conteúdo matemático do item 17 não está contemplado na matriz descritora do SAEB e também no CBC de Minas Gerais. Percebemos, pois, uma diferença na ênfase curricular brasileira, quanto ao conteúdo de Incerteza, com relação ao que é considerado pelo PISA. Consideramos importante o aluno dessa faixa etária estar apto a resolver problemas desse tipo, dada a sua importância na vida das pessoas. Esse tipo de questão exige que o aluno desenvolva uma postura crítica em relação às pesquisas eleitorais, tão utilizadas hoje na maioria dos países, e em particular no Brasil.

O item 18, de múltipla escolha, em uma situação pública apresenta o conteúdo de *Incerteza* em um *contexto* interessante e usual, o de *previsão de chuva*. Ele requer que o aluno consiga interpretar um texto com linguagem técnica, que envolve conceitos probabilísticos, para analisar o significado correto de uma probabilidade, exigindo *competências do grupo de conexão*.

Com um percentual de acertos de apenas 14%, esse foi outro item de Incerteza em que o desempenho dos alunos brasileiros foi muito baixo, juntamente com os mexicanos, que obtiveram apenas 12 % de acerto. Nenhum dos países do GR alcançou mais de 50% de acerto nesse item. Até mesmo o percentual médio de acertos da OCDE ficou aquém desse valor. Assim, concluímos que a habilidade de “interpretar textos com linguagem técnica e traduzir a informação para um cálculo adequado de probabilidade”, sendo, ao mesmo tempo, tão importante e coerente com o conceito de letramento matemático, através das nossas análises, também se mostra pouco desenvolvida entre os alunos.

Esse é mais outro item que não conseguimos relacionar com um item do SAEB, seja pelo conteúdo e pela habilidade matemática exigida, que, mais uma vez, não estão considerados na matriz de referência dessa avaliação, seja pelo nível de exigência da competência matemática avaliada, apesar de este ser um item de múltipla escolha.

A impressão que tivemos, ao analisar o conteúdo matemático desse item em relação ao CBC de Minas, é que esse currículo se mostra pouco adequado ao item. Parece que o CBC faz opção pela habilidade referente ao cálculo de probabilidades propriamente dito. Em nenhum momento, conseguimos identificar com clareza a habilidade referente à interpretação do conceito de probabilidade nesse currículo, e ela é indispensável na solução do item analisado.

O item 19, classificado pelo PISA como um item de resposta construída fechada, exige *competências do grupo de conexões* e, quanto à situação em que a Matemática é apresentada, é classificado por esse Programa como uma *situação educacional*. Essa classificação feita pelo PISA quanto à situação desse item não nos pareceu muito adequada. Esse item apresenta um contexto de *rótulos de embalagem* e nos leva a crer que seria um item melhor classificado como uma *situação pública*.

Com apenas 6% de acerto no item, esse foi um dos piores resultados dos alunos brasileiros nos itens de incerteza. Ao considerarmos o índice de sucesso, percebemos que, em relação ao GR, os alunos brasileiros estão com um resultado muito inferior ao do grupo, apesar de o percentual de acertos nesse item também estar baixo, porém em menor grau, para os alunos dos demais países considerados. O grupo da OCDE também não obteve um percentual de acerto satisfatório nesse item, apenas 28%. Portanto, as habilidades de “identificar e extrair informações relevantes e interpretar e associar informações extraídas de múltiplas fontes (por exemplo, textos, tabelas múltiplas, gráficos)” e “utilizar raciocínio proporcional e raciocínio com conceitos estatísticos” precisam de um maior investimento no ensino de matemática.

Quando comparamos o conteúdo e as habilidades matemáticas desse item com a matriz do SAEB, percebemos mais uma vez que ele não está adequado a essa matriz, uma vez que, em nenhum momento, conseguimos identificar uma habilidade

relacionada ao conceito de valor esperado. Quanto ao CBC, a situação não é muito diferente. Identificamos, nesse documento, apenas a habilidade de resolver problemas que envolvam média aritmética, o que proporcionaria apenas uma parte da solução do item.

No item 20, de *resposta construída aberta*, o conteúdo de *incerteza* é aplicado em uma *situação pública*, no contexto de *emissão de gás carbônico*. Para resolver esse item, o aluno precisa interpretar dados em gráficos mais elaborados e realizar um cálculo numérico simples, ou seja, esse item exige competências do grupo de conexões.

Com um nível de dificuldade igual a 533 pontos e alocado no nível 3 da escala de proficiência, os alunos brasileiros tiveram 29% de acerto neste item. Comparando esse resultado com o do GR, observamos que apenas os mexicanos e uruguaios, juntamente com os brasileiros, tiveram um percentual de acerto inferior a 50%. As habilidades de “interpretar e ler gráficos não padronizados” e “interpretar informações e dados estatísticos e associar diferentes fontes de informação” merecem um aprofundamento maior da parte dos alunos desses países.

O conteúdo matemático desse item está contemplado na matriz descritora do SAEB e também no CBC de Minas Gerais. Entretanto, esse é um item que requer um pouco mais do que está previsto nesses documentos. Para resolvê-lo, o aluno deve associar informações de dois gráficos e realizar um cálculo para chegar à resposta solicitada, o que nos pareceu ultrapassar um pouco o que é proposto para o SAEB e para o CBC.

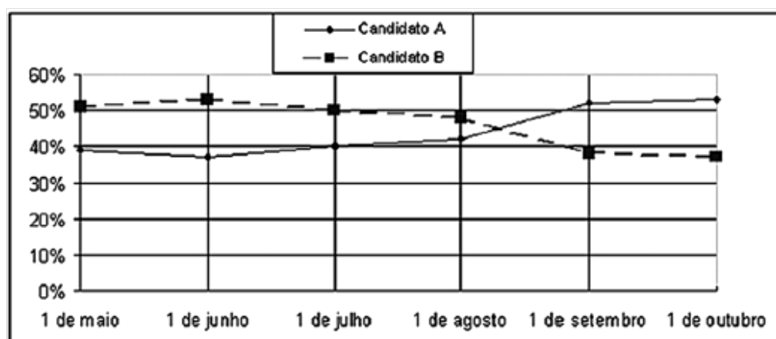
5.2 ITEM DO PISA VS ITEM DO SAEB

Como dito anteriormente, existe uma diferença estrutural entre as avaliações do PISA e do SAEB, que diz respeito não só à elaboração dos itens quanto ao tipo de itens que compõem o escopo de cada uma delas. Assim, consideramos oportuno apresentar, nesta seção, a título de ilustração, uma pequena comparação entre um item do SAEB e um item do PISA, que pretendem avaliar habilidades parecidas.

O primeiro item foi utilizado no SAEB e na Prova Brasil. De acordo com a classificação dessas avaliações, ele pertence ao grupo de Tratamento da Informação, o que corresponde à subárea de Incerteza no PISA.

FIGURA 16 – Item do SAEB

O gráfico abaixo mostra a evolução da preferência dos eleitores pelos candidatos A e B.



Em que mês o candidato A alcançou, na preferência dos eleitores, o candidato B?

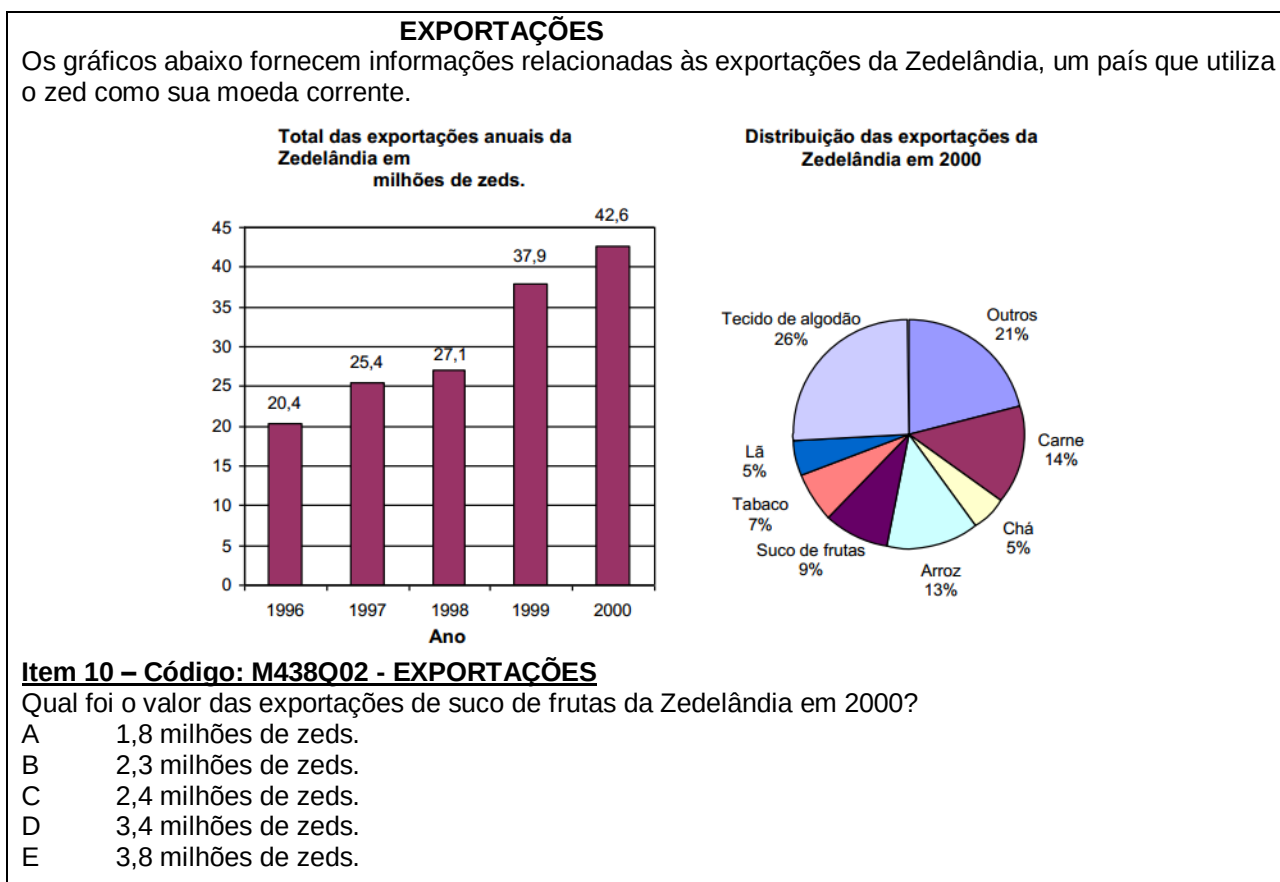
(A) Julho (B) Agosto (C) Setembro (D) Outubro.

Fonte: Retirado de Brasil, 2008, p.193.

Esse foi um item do SAEB, dentre os divulgados, classificado como um exemplo de item do descritor D36. O descritor enfoca a habilidade de “resolver problema com informações apresentadas em tabelas e gráficos”, entretanto, esse item requer apenas uma leitura e não necessariamente uma resolução de problema. Comparando com o referencial teórico do Pisa, esse seria um item do grupo de competências de reprodução.

O próximo item, já mostrado anteriormente, é um item público da prova do PISA 2003.

FIGURA 17 – Item do PISA



Fonte: Retirado de Brasil, 2011, p.57.

Para resolver esse item, o aluno deve ler dados em dois gráficos distintos, combinar as informações de ambos e fazer uma operação numérica elementar. Esse item nos pareceu representar melhor o descritor D36 do SAEB do que o próprio item do SAEB. Na situação problemática apresentada pelo PISA, percebemos com clareza “a habilidade de o aluno analisar tabelas ou gráficos, extrair informações neles contidas e, a partir destas, resolver problemas” (BRASIL, 2008).

O conteúdo matemático necessário para a solução desse item se mostrou adequado à matriz de referência do SAEB. Contudo, apesar do que está sendo exigido por esse item estar contemplado na matriz do SAEB, a sua solução parece requerer duas habilidades expressas pelos descritores 23.6 e 23.8 da matriz de referência, o que o impossibilita ser um item SAEB, já que os itens desta avaliação são construídos para medir apenas uma habilidade.

Esse é um item do grupo de competências de *conexão*, de acordo com o referencial do Pisa. Embora os dois itens (SAEB e PISA) trabalhem com a habilidade de leitura de dados em forma gráfica, percebe-se, ao compará-los, que existe uma diferença substancial entre os mesmos. O item do SAEB é mais simples, impondo apenas a leitura direta do gráfico, ou seja, um item de *reprodução*. Já o item do PISA requer, para a sua solução, uma leitura mais crítica dos dados apresentados e se caracteriza como um item de *conexão*. Assim, percebe-se que os dois itens, embora contemplando conteúdos similares, exigem habilidades diferenciadas para a sua solução. Embora o item do SAEB possa ser comparado ao item acima apresentado do PISA, certamente ele não seria um item Pisa.

5.3 HABILIDADES CONSOLIDADAS VS HABILIDADES NÃO CONSOLIDADAS PELOS ALUNOS BRASILEIROS

Buscando apresentar de forma mais clara as habilidades que foram ou não consolidadas pelos alunos brasileiros, organizamos as próximas tabelas de acordo com seus percentuais de acertos nos itens analisados. Assim, apresentamos, na Tabela 11, as habilidades consolidadas pelos alunos brasileiros. Para realizar essa classificação, consideramos que essas habilidades correspondem às exigidas na solução dos itens cujo percentual de acertos foi superior a 50%.

TABELA 11 - Habilidades e Síntese das Tarefas que os Alunos Brasileiros foram Capazes de Resolver na Subárea de Incerteza – PISA 2003

Habilidades	Síntese das Tarefas
- Ler valores diretamente em um quadro conhecido de dados, como um gráfico de barras.	Ler dados em gráficos de barras e de setores, no contexto de exportações, identificando qual deles é relevante para o problema apresentado, para posteriormente localizar a informação solicitada.
- Compreender conceitos básicos de probabilidade no contexto de um experimento simples e conhecido (por exemplo, envolvendo dados ou moedas).	Utilizar conceitos básicos de probabilidade (independência de eventos e eventos equiprováveis) para estimar uma probabilidade no contexto de lançamento de moedas.

Fonte: Elaboração própria com base neste estudo

Observamos que as habilidades que foram consolidadas se referem a competências do grupo de *reprodução* e os itens que exigiam essas habilidades estão alocados em

níveis baixos da escala de proficiência. Quanto ao tipo de item, observamos também que um se classifica como *item de resposta construída fechada*, que é um tipo de item próximo ao item de múltipla escolha, e o outro é um item de múltipla escolha propriamente dito. Esse tipo de item é costumeiramente utilizado nas avaliações em larga escala brasileiras e, portanto, os nossos alunos já estão habituados a resolver itens que possuem esse formato.

A Tabela 12 apresenta as habilidades que consideramos pouco consolidadas pelos alunos brasileiros. Tais habilidades se referem às exigidas na solução dos itens cujo percentual de acertos foi maior ou igual a 25% e menor ou igual a 50%.

TABELA 12 - Habilidades e Síntese das Tarefas pouco Consolidadas pelos Alunos Brasileiros na Subárea de Incerteza – PISA 2003

Habilidades	Síntese das Tarefas
- Identificar e selecionar dados de diversos gráficos estatísticos, e executar cálculos básicos.	Ler dados em gráficos de barras e de setores, no contexto de exportações, combinando de forma adequada as informações dos dois gráficos e efetuar uma operação numérica elementar.
- Mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticos básicos (probabilidade, valor esperado, aleatoriedade, média) e utilizar raciocínio numérico.	Usar raciocínio numérico para comparar dois métodos diferentes de obter uma nota sintética para um conjunto de dados usando os conceitos estatísticos de média, mínimo, máximo e variabilidade.
- Executar cálculos de múltiplas etapas, envolvendo as operações aritméticas básicas e trabalhando com porcentagem.	Estimar uma taxa de ocupação.
- Interpretar e ler gráficos não padronizados; - Interpretar informações e dados estatísticos e associar diferentes fontes de informação.	Ler e interpretar dados em gráficos mais elaborados e realizar um cálculo numérico simples.

Fonte: Elaboração própria com base neste estudo

As habilidades pouco consolidadas pelos alunos brasileiros se referem às requeridas na solução dos itens que, de modo geral, exigiam competências do grupo de *conexão* e estão alocados nos níveis intermediários da escala de proficiência, ou seja, nos níveis 3 e 4. Em relação ao tipo de item que requeria essas habilidades, houve um predomínio dos itens de múltipla escolha.

A Tabela 13 apresenta as habilidades que consideramos ainda não terem sido consolidadas pelos alunos brasileiros. Essas habilidades se referem às exigidas na solução dos itens cujo percentual de acertos foi menor do que 25%.

TABELA 13 - Habilidades e Síntese das Tarefas Não Consolidadas pelos Alunos
Brasileiros na Subárea de Incerteza – PISA 2003

Habilidades	Síntese das Tarefas
- Utilizar argumentação rigorosa baseada em <i>insight</i> na interpretação de dados e comunicar argumentos e explicações complexos.	Analisar um gráfico de barras truncado, desenvolver e comunicar uma argumentação baseada na interpretação dos dados de maneira crítica, utilizando um raciocínio de proporcionalidade num problema estatístico.
- Mostrar <i>insight</i> em relação a aspectos de dados em tabelas e gráficos e utilizar conhecimentos de probabilidade básica para solucionar problemas.	Resolver um problema de probabilidade envolvendo informações apresentadas em um gráfico de barras.
- Mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticas básicas (probabilidade, valor esperado, aleatoriedade, média).	Calcular uma média aritmética a partir da compreensão da fórmula da mesma, num caso concreto.
- Mostrar <i>insight</i> em relação a aspectos de dados em tabelas e gráficos e extrair informações de uma tabela e comunicar um argumento simples baseado nessas informações.	Ler dados em uma tabela e apresentar argumentos matemáticos que justifiquem a não utilização de um gráfico de barras para os dados específicos deste item.
- Traduzir descrições de texto em cálculos adequados de probabilidade.	Interpretar o conceito de probabilidade e resolver um problema da vida real.
- Identificar e extrair informações relevantes, e interpretar e associar informações extraídas de múltiplas fontes (por exemplo, de textos, tabelas múltiplas e gráficos).	Aplicar conhecimentos estatísticos em uma situação problemática onde os dados aparecem de formas distintas e complementares: em palavras, no enunciado, e em gráficos. Interpretar e analisar as informações fornecidas e argumentar matematicamente para derrubar uma afirmativa baseada no conceito de média.
- Executar modelos complexos envolvendo a aplicação de conhecimento de probabilidade e conceitos estatísticos (por exemplo, aleatoriedade, amostra, independência).	Comparar amostras segundo critérios de representatividade
- Traduzir descrições de texto em cálculos adequados de probabilidades e mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticas básicas (probabilidade, valor esperado, aleatoriedade, média).	Interpretar o conceito de probabilidade, independência de eventos e eventos equiprováveis para resolver um problema da vida real.
- Interpretar informações apresentadas em tabelas e mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticas básicas.	Usar raciocínio numérico para comparar dois conjuntos de dados usando os conceitos estatísticos de média, mínimo e máximo
- Comunicar raciocínio de senso comum.	Explicar como é feito o cálculo da média aritmética.
- Empregar raciocínio complexo utilizando conceitos estatísticos.	Interpretar o conceito de média e mediana em situações reais.
- Mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticos básicos (probabilidade, valor esperado, aleatoriedade, média) e utilizar raciocínio numérico.	Recalcular o valor de uma média aritmética considerando uma média anterior obtida a partir de um dado errado.
- Interpretar textos com linguagem técnica e traduzir a informação para um cálculo de probabilidade adequado.	Interpretar um texto com linguagem técnica e analisar o significado de uma probabilidade.
- Identificar e extrair informações relevantes e interpretar e associar informações extraídas de múltiplas fontes (por exemplo, textos, tabelas múltiplas, gráficos) e utilizar raciocínio proporcional e raciocínio com conceitos estatísticos.	Interpretar texto com linguagem técnica e fazer o cálculo de um valor esperado.

Fonte: Elaboração própria com base neste estudo

As habilidades não consolidadas pelos alunos brasileiros se referem às requeridas na solução dos itens que, de modo geral, exigiam competências do grupo de *conexão* ou

reflexão e estão alocados nos níveis altos da escala de proficiência. Quanto ao tipo de item, metade deles foi de questões abertas, de modo geral classificadas como *itens de respostas construídas abertas*, correspondendo a questões em que o aluno deveria modelar um problema da vida real, desenvolver um raciocínio matemático, verificar se a solução matemática era admissível em relação ao problema em questão e, então, dar a solução solicitada. Para isso, o aluno é convocado a mostrar, principalmente, competências de argumentação e comunicação. Os demais itens foram itens de múltipla escolha e itens de múltipla escolha complexa, que possibilitavam ao aluno marcar apenas uma alternativa ou decidir entre verdadeiro ou falso em várias alternativas de um mesmo item. Portanto, percebemos que as habilidades não consolidadas pelos alunos brasileiros muitas vezes foram aferidas através de tipos de itens que não aparecem nas avaliações em larga escala utilizadas no Brasil.

Diante dessa constatação, percebemos uma discrepância entre as avaliações sistêmicas brasileiras, em particular entre o SAEB e o PISA. Essa discrepância parece estar associada não somente aos conteúdos de Matemática que estão sendo selecionados para os alunos brasileiros de 15 anos de idade, como também ao tipo de avaliação em larga escala que esses alunos estão acostumados a fazer. Pareceu-nos bastante razoável concluir que esses dois fatores afetam o desempenho em Matemática e, particularmente, em Incerteza.

Quanto ao conteúdo de Incerteza selecionado para os alunos dessa faixa etária, verificamos que a matriz de referência do SAEB não contempla algumas habilidades matemáticas importantes para a formação do cidadão dos dias atuais. Tais habilidades estão relacionadas ao ensino de probabilidade e estatística, recentemente incorporado ao conteúdo de Matemática, através dos PCN, no final da década de 90. Entretanto, apesar de tais parâmetros explicitarem a importância do ensino de probabilidade e estatística, a matriz de referência do SAEB não reflete essa importância, conforme a análise apresentada na Tabela 10.

As avaliações em larga escala podem ser consideradas como instrumentos apropriados para compreender o currículo ensinado nas escolas brasileiras (AGUIRAR e ORTIGÃO, 2012). Apesar das orientações curriculares ressaltarem que todas as áreas da

Matemática devem ser igualmente valorizadas, contribuindo para a formação dos estudantes (ORTIGÃO *et al.*, 2007), não conseguimos comprovar essa preocupação quando analisamos a matriz de referência do SAEB. Como dito anteriormente, nesse documento que norteia o que será avaliado na Prova Brasil/SAEB, e que, conseqüentemente, terá impacto sobre o IDEB, identificamos poucas habilidades relacionadas à área de incerteza.

Muitos pesquisadores (BATANERO e SERRANO, 1995; LOPES, 1999, GONÇALVES, 2004; BATANERO e DÍAZ, 2007) discutem a importância do ensino de Incerteza como forma de possibilitar o desenvolvimento do pensamento estatístico e probabilístico, visando à formação de um indivíduo capaz de exercer consciente e criticamente sua cidadania. Estaria o IDEB sendo capaz de captar se a escola está desenvolvendo competências e habilidades que, segundo esses autores, são indispensáveis ao cidadão do século XXI, de modo a garantir-lhe o exercício de sua cidadania? Acreditamos que apenas o estudo de Incerteza não seja o suficiente para que o aluno desenvolva capacidades indispensáveis à sua formação enquanto cidadão crítico, consciente e bem-informado. Contudo, queremos defender que esse assunto é tão importante quanto o estudo de Álgebra, Geometria e Aritmética e, portanto, não deveria ser dada uma ênfase menor à avaliação desse conteúdo nas avaliações sistêmicas brasileiras.

5.4 O IDEB E O PISA

Atualmente, o acesso à Educação Básica no Ensino Fundamental no Brasil está praticamente resolvido, pois quase todas as crianças ingressam no sistema de ensino. O principal desafio que o nosso país tem pela frente é a garantia da qualidade do ensino oferecido aos alunos que frequentam as escolas brasileiras.

Diante dos resultados do PISA e de outras avaliações sistêmicas, foi identificada a urgência de atuação na Educação Básica no Brasil, sendo criado, em 2007, o IDEB. A apresentação desse indicador se mostra pertinente por ser uma medida educacional do governo brasileiro com o intuito de identificar aspectos que devem ser superados na

educação do Brasil, possibilitando a criação de estratégias mais assertivas para elevar os índices de desempenho escolar do país, tanto em âmbito nacional quanto mundial, ou seja, melhorando os índices que apontam para a Educação.

O IDEB traz para o debate educacional a importância de as escolas brasileiras também serem avaliadas através do desempenho dos seus alunos na Prova Brasil/SAEB e da trajetória escolar dos mesmos, e não apenas por meio dos recursos de que essas escolas dispõem e pelos processos de ensino e gestão nelas incorporados.

Um sistema educacional com elevado índice de reprovação não é desejável, pois faz com que grande parte dos estudantes abandone a escola antes de completar a educação básica. Por outro lado, um sistema em que aprova todos os estudantes no período correto, com falhas na aprendizagem, também não se mostra interessante. Considerando essas vertentes, a ideia principal de concepção do IDEB gira em torno do que seria um sistema educacional ideal, ou seja, aquele em que todas as crianças e adolescentes tivessem acesso à escola, não desperdiçassem tempo com repetências, não abandonassem a escola precocemente e, ao final de tudo, aprendessem (BRASIL, 2010).

O IDEB é um indicador educacional resultante da combinação de outros dois indicadores: fluxo escolar⁴¹ e desempenho dos estudantes⁴². A combinação entre fluxo escolar e desempenho no SAEB expressa em valores numa escala de 0 a 10 o andamento dos sistemas de ensino, em âmbito nacional, nas unidades da Federação e municípios, calculado através da fórmula:

$$IDEB_{ji} = N_{ji} P_{ji},$$

em que:

- i = ano do exame (SAEB e Prova Brasil) e do Censo Escolar;

⁴¹ Passagem dos alunos pelas séries sem repetir, avaliado pelo programa Educacenso.

⁴² Avaliado pela Prova Brasil nas áreas de Língua Portuguesa e Matemática.

- N_{ji} = média da proficiência em Língua Portuguesa e Matemática, padronizada para um indicador entre 0 e 10, dos alunos da unidade j , obtida em determinada edição do exame realizado ao final da etapa de ensino;
- P_{ji} = indicador de rendimento baseado na taxa de aprovação da etapa de ensino dos alunos da unidade j .

Na Prova Brasil/SAEB, assim também como no PISA, a proficiência dos alunos é estimada via TRI. Entretanto, no caso das avaliações brasileiras, a média da distribuição de proficiências da 8ª série é de 250 pontos e o desvio-padrão 50 (KLEIN e FONTANIVE, 2009). No PISA, a distribuição das proficiências possui uma média de 500 e um desvio-padrão de 100 pontos.

O Brasil, a partir da criação do IDEB, vem almejando alcançar a média dos países membros da OCDE, observada atualmente através do PISA. Para alcançar a média da OCDE até 2021, o governo brasileiro estabeleceu metas intermediárias para o IDEB. A comparação internacional entre as proficiências observadas no PISA e no SAEB só foi possível devido a uma técnica de compatibilização entre a distribuição das proficiências observadas nessas duas avaliações (BRASIL, 2011).

A compatibilização dos níveis de desempenho do PISA com a escala do SAEB consiste em identificar notas da escala de proficiência do SAEB que correspondem a uma determinada proficiência no PISA e vice-versa. Considerando-se que essas duas avaliações estão em escalas diferentes de proficiência e que, além disso, o SAEB avalia os alunos dos 5º e 9º anos do Ensino Fundamental (denominadas 4ª e 8ª séries anteriormente) e da 3ª série do Ensino Médio, enquanto o PISA avalia os alunos de 15 anos de idade, a compatibilização foi realizada considerando “o desempenho dos alunos no PISA como uma aproximação do desempenho dos alunos de 8ª série no SAEB” (BRASIL, 2011). Para operacionalizar esse processo, primeiramente foi identificada uma proficiência de referência do PISA em que se desejava encontrar uma aproximação para uma proficiência correspondente no SAEB. Posteriormente, a partir da distribuição das proficiências dos alunos no PISA, foi calculado o percentual dos alunos brasileiros que se encontravam acima da nota de referência do PISA. Com esse

percentual, foi verificada a proficiência que separa o mesmo percentual de alunos no SAEB. Por exemplo, a mediana do Brasil no PISA seria correspondente à mediana do Brasil no SAEB. Esse procedimento foi realizado separadamente para as disciplinas de Matemática e Leitura, uma vez que as proficiências nessas duas áreas do conhecimento estão em escalas diferentes. Para as demais séries avaliadas no SAEB, considerou-se a hipótese adicional de que a mesma relação observada entre a distribuição das proficiências na 8ª série do Ensino Fundamental e a nota de referência do PISA seria válida para a 4ª série do Ensino Fundamental e para o 3º ano do Ensino Médio, caso fosse possível observar os resultados do PISA correspondentes a essas séries.

Para que o Brasil consiga alcançar a média dos países membros da OCDE em 2021, foram calculadas metas intermediárias para os anos iniciais e finais do Ensino Fundamental e para a 3ª série do Ensino Médio. A definição de uma meta nacional para o IDEB em 6,0 pontos em 2021 significa dizer que o país deve atingir o nível de qualidade educacional, em termos de proficiência e rendimento (taxa de aprovação), da média dos países desenvolvidos (média dos países membros da OCDE) observada atualmente, considerando os anos iniciais do Ensino Fundamental (BRASIL, 2010). Acreditamos, no entanto, que isso seria possível se o currículo brasileiro fosse equivalente ao do PISA, o que nos parece uma suposição forte. Considerando os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental, parece-nos mais razoável a comparação com o PISA. Nessa condição, a meta brasileira do IDEB para 2021 é 5,5 pontos. Para os alunos do Ensino Médio, a meta desse índice é de 5,2 pontos. A Tabela 14 apresenta sumariamente os resultados e metas do IDEB a nível nacional.

Percebe-se claramente que, apesar do baixo valor do IDEB em 2005 em todas as etapas de ensino, as metas de 2007 e 2009 foram ultrapassadas nos anos de ensino avaliados. Apesar de o Brasil ter ultrapassado, em 2011, as metas estipuladas para o Ensino Fundamental, constatamos que o mesmo não ocorreu para o Ensino Médio, que ainda que tenha alcançado a meta estipulada, não a ultrapassou.

TABELA 14 – IDEB do Brasil: Resultados e Metas

Etapa* de Ensino	IDEB											
	Real				Meta							
	2005	2007	2009	2011	2007	2009	2011	2013	2015	2017	2019	2021
EF1	3,8	4,2	4,6	5,0	3,9	4,2	4,6	4,9	5,2	5,5	5,7	6,0
EF2	3,5	3,8	4,0	4,1	3,5	3,7	3,9	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5
EM	3,4	3,5	3,6	3,7	3,4	3,5	3,7	3,9	4,3	4,7	5,0	5,2

Fonte: INEP/MEC

*As etapas de ensino designadas por EF1 e EF2 correspondem, respectivamente, às 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental, enquanto a etapa designada por EM representa o 3º ano do Ensino Médio.

A evolução dos valores de IDEB observados e das metas estipuladas para este índice pode ser melhor apreciada por meio dos Gráficos 15, 16 e 17.

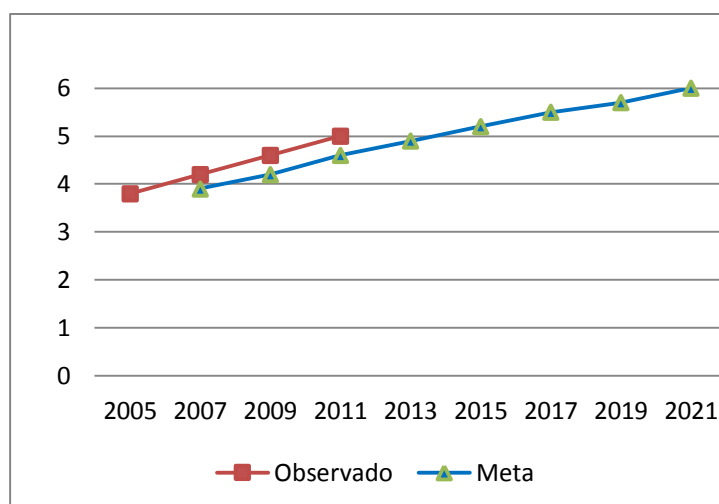


GRÁFICO 15 – Evolução do IDEB Observado vs Metas para o EF1

Fonte: Elaboração própria com os dados do INEP

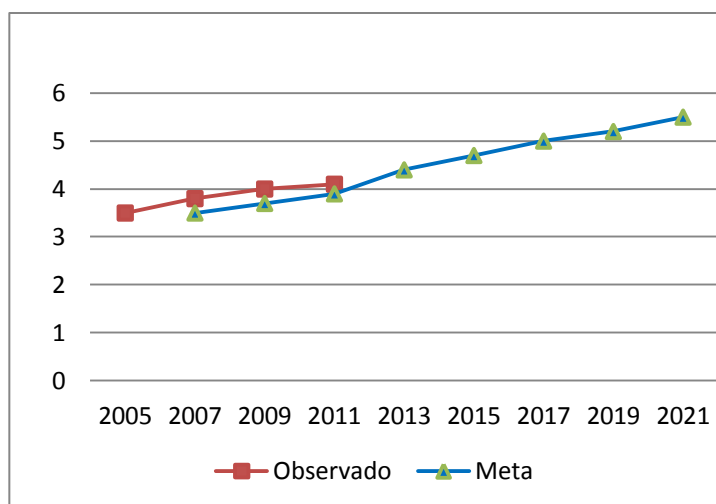


GRÁFICO 16 – Evolução do IDEB Observado vs Metas para o EF2

Fonte: Elaboração própria com os dados do INEP

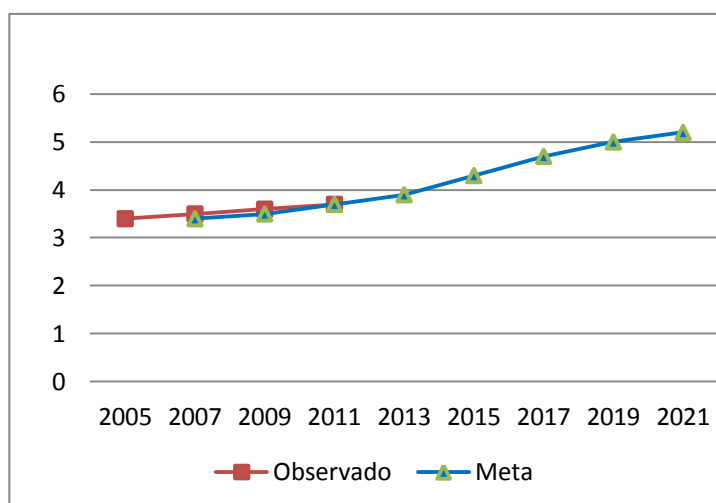


GRÁFICO 17 – Evolução do IDEB Observado vs Metas para o EM

Fonte: Elaboração própria com os dados do INEP

Esses gráficos nos sugerem que as metas para os anos finais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio estão mais difíceis de serem alcançadas pelos alunos brasileiros. Acreditamos que um dos fatores que pode ter contribuído para os melhores resultados observados nas séries iniciais do Ensino Fundamental pode ser a ampliação da etapa de escolaridade para cinco anos, decorrente da expansão do Ensino Fundamental para nove anos, recentemente ocorrida no Brasil. Outro fator a ser

considerado é o rendimento escolar utilizado no cálculo do IDEB. Os alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental possuem taxas menores de repetência e evasão quando comparados aos valores das taxas referentes aos anos finais do Ensino Fundamental e, principalmente, aos do Ensino Médio. Portanto, é de se esperar valores mais altos do IDEB para os anos iniciais do Ensino Fundamental.

Como dito anteriormente, porém, o cálculo das metas desse índice foi realizado considerando o desempenho dos alunos brasileiros no PISA como uma aproximação do desempenho dos alunos de 8ª série no SAEB. Acreditamos na fragilidade da hipótese de estender o comportamento das proficiências dos alunos no PISA para os alunos dos anos iniciais do ensino fundamental e para os alunos do Ensino Médio. Assim, apostamos que a comparação mais razoável entre o PISA e o IDEB se dá para os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental. Nessa perspectiva, apresentamos a Gráfico 18, que apresenta uma comparação do desempenho global do Brasil no PISA e os resultados e metas do IDEB.

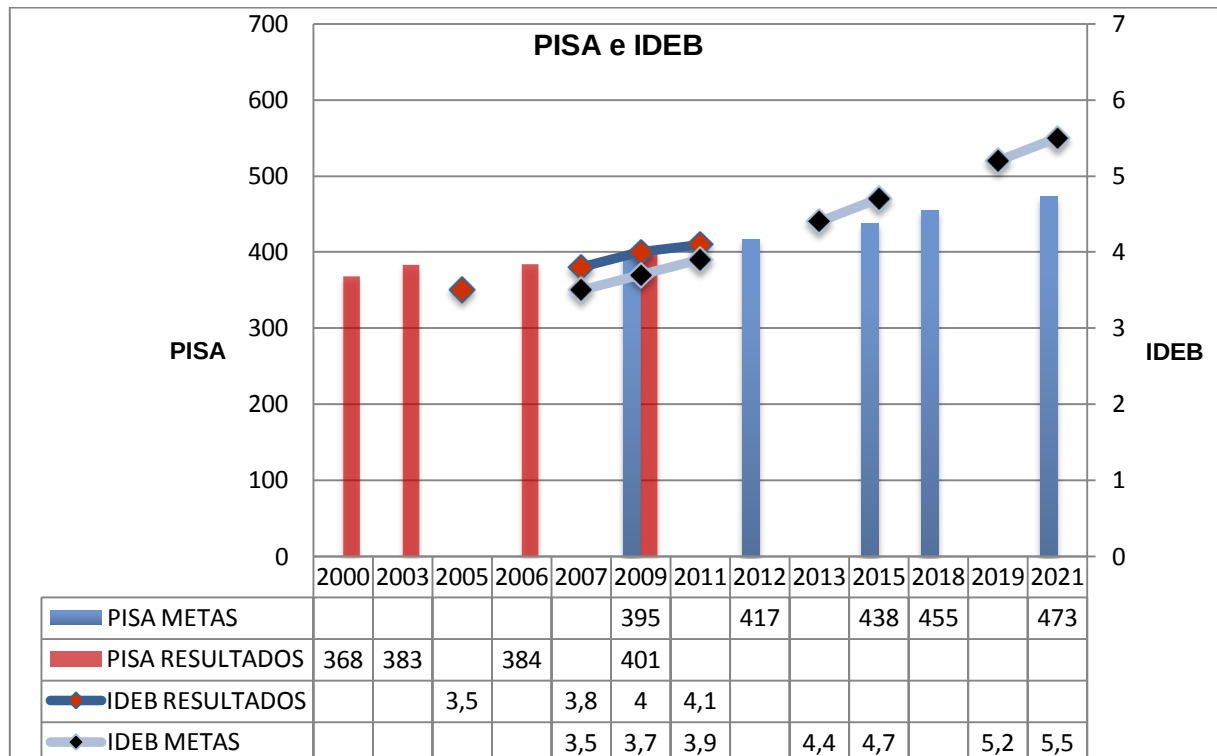


GRÁFICO 18 – Comparação do Desempenho do Brasil no PISA e no IDEB – EF2

Fonte: Elaboração própria com os dados do INEP

Até 2006, apenas os resultados do PISA foram apresentados, uma vez que, até essa época, o IDEB ainda não havia sido criado. Aliás, uma das motivações da criação desse índice foi justamente os baixos resultados dos alunos brasileiros no PISA. Em 2007, a partir da criação do IDEB, tornou-se possível representar graficamente as metas e os resultados obtidos nesse índice para 2007, 2009 e 2011 e as metas e os resultados do PISA em 2009. Observa-se, em relação ao IDEB, que os resultados ultrapassaram as metas em 2007, 2009 e 2011. Um reflexo dessa melhora no ensino brasileiro pode ser comprovado ao confrontar a meta com o resultado do PISA 2009. Para os resultados do PISA 2011, a pretensão do governo brasileiro era alcançar a meta do IDEB de 3,9 pontos na escala desse índice vislumbrando, dessa maneira, atingir em 2012 os 417 pontos na escala de proficiência do PISA, e assim sucessivamente, até que, em 2021, o IDEB observado nos anos finais do Ensino Fundamental atinja a meta estipulada de 5,5 pontos. Em consequência disso, vem acontecendo no Brasil um acompanhamento da evolução da qualidade do ensino da educação básica, um termômetro que pretende revelar a cada dois anos se estamos no caminho certo.

Os dados do PISA mostraram que o desempenho em Matemática dos alunos brasileiros, apesar da melhora constatada através dessa avaliação, ainda impõe grandes esforços para alcançar os níveis desejados, necessários e comparáveis aos dos países da OCDE. Acreditamos que uma das grandes vantagens relacionadas ao IDEB é o parâmetro de comparação que pôde ser estabelecida com o PISA para os alunos dos anos finais do Ensino Fundamental. As provas do PISA fornecem médias de desempenho e níveis de habilidades numa escala de competências. Já o IDEB é um indicador sintético, em que as médias de desempenho são ponderadas e corrigidas pelo fluxo (taxa de aprovação dos alunos), produzindo um indicador padronizado. Com isso, o IDEB propõe como meta para o sistema educacional brasileiro que as crianças e adolescentes tenham acesso à escola (e não a abandonem), nos anos de ensino apropriados à sua idade (sem repetências) e com nível proficiência adequados à sua série.

É válido reconhecer que a análise dos indicadores de desempenho acadêmico-cognitivo dos alunos deve ser cautelosa quando vinculada à qualidade da educação. No caso do IDEB, as provas realizadas medem habilidades e competências adquiridas pelos estudantes com base nas matrizes curriculares de referência do SAEB. Ou seja, essas avaliações revelam o desempenho dos alunos com base em currículos tradicionais, diferentemente do que ocorre no PISA. Ao analisar a prova do PISA 2003, constatamos que todas as áreas da Matemática foram avaliadas igualmente. Entretanto, ao nos reportarmos à matriz de referência do SAEB, identificamos muitas lacunas relacionadas às habilidades de Incerteza priorizadas pelo PISA. O Brasil, a partir da criação do IDEB, vem almejando alcançar a média nacional de 6,0 pontos para as séries iniciais do Ensino Fundamental e de 5,5 pontos para as séries finais dessa etapa de escolaridade em 2021 (média dos países membros da OCDE), observada atualmente através do PISA. Surge aí a seguinte questão: até que ponto podemos acreditar que, se a média nacional em 2021 atingir os almejados 5,5 pontos para os anos finais do Ensino Fundamental, realmente atingiremos a média da OCDE, dado, entre outros fatores, o constatado nesta tese de que o conteúdo e a forma como é avaliada a Matemática no SAEB é bastante diferente do conteúdo e da forma como é avaliada essa área do conhecimento no PISA?

Acreditamos na necessidade de uma revisão nas nossas avaliações sistêmicas, particularmente no SAEB/Prova Brasil, de modo a torná-las mais atuais e comparáveis a essa avaliação internacional que tem sido o termômetro mundial da educação oferecida aos jovens de 15 anos de idade e que, como vimos, tem uma participação direta no cálculo das metas do IDEB e do governo brasileiro para a Educação.

Se os alunos brasileiros mostraram ter desenvolvido algumas habilidades na subárea de Incerteza através do exame do PISA, acreditamos que isso se tenha dado mais pela proximidade que o aluno tem com esse conteúdo no seu dia a dia do que pelo que é ensinado nas escolas. Através da análise realizada nesta tese, percebemos, que, quando o item do PISA exigia algum conhecimento mais escolar, envolvendo conceitos mais específicos, ou quando a solução de um item requeria um raciocínio menos elementar, os alunos brasileiros não conseguiam resolvê-lo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 O PISA, O SAEB E O DESEMPENHO EM MATEMÁTICA

Os capítulos anteriores mostram que existem diferenças estruturais entre os testes do PISA e os do SAEB em relação ao conceito de letramento matemático utilizado, às ênfases curriculares diferenciadas, à elaboração dos itens e ao tipo de itens usados nessas duas avaliações.

Apesar de o PISA, assim como outras avaliações educacionais, também possuir as suas limitações e, portanto, não se configurar como um modelo de avaliação educacional perfeito, as constatações desta pesquisa são contribuições importantes para o Ensino de Matemática no Brasil, na medida em que mostram que uma das principais avaliações informa que o ensino em nosso país está organizado em bases diferentes do que é esperado pelo PISA.

Para chegar a essas conclusões, fugimos da perspectiva de apenas quantificar o desempenho dos alunos e aprofundamos as nossas análises em torno da compreensão desse desempenho, revelado não apenas pelos números, mas também pelo que pode ser extraído da discussão das habilidades exigidas pelos itens do PISA e do SAEB.

Assim, resumidamente, destacamos as nossas conclusões em relação aos principais pontos em que essas duas avaliações se distanciam, relacionando as implicações das nossas reflexões para a discussão do Ensino de Matemática no Brasil e para a melhoria do desempenho dos alunos brasileiros em Matemática.

O teste do PISA utiliza itens que introduzem tarefas que exigem que os estudantes sejam capazes de realizar aplicações práticas do conhecimento, das competências e habilidades desenvolvidas ao longo de suas vidas escolares. Isso possibilita formar uma ideia sobre o quão preparados eles se encontram para os desafios com os quais tenderão a se deparar nas etapas seguintes de sua formação e, principalmente, no cotidiano e no mundo do trabalho. Em contraposição, o SAEB é projetado para medir mais o domínio dos conteúdos do que a sua aplicação na vida real.

Uma comparação entre as duas abordagens mostra que os testes do PISA incluem itens que avaliam o domínio de habilidades cognitivas necessárias no dia a dia ou no mercado de trabalho. Já os testes do SAEB enfatizam mais o conteúdo, ainda que utilizem itens, que muitas vezes, apresentam a Matemática por meio de uma situação-problema. Os itens do SAEB possuem um pouco de distanciamento e/ou artificialidade no sentido de que, embora às vezes apresentem contextos próximos do cotidiano, exigem apenas domínios de habilidades do grupo de *reprodução*, onde a aplicação do conhecimento é realizada de forma direta, sem passar por um processo de *conexão* ou *reflexão*, conforme tivemos a oportunidade de constatar nesta tese.

O SAEB propõe, em seus cadernos de testes, apenas itens de múltipla escolha, elaborados para medirem somente uma única habilidade, expressa por um descritor da sua matriz de referência. O PISA, de modo diferente, considera outros tipos de itens na sua avaliação, que vão desde itens de múltipla escolha, até itens de resposta construída aberta, em que o aluno é solicitado a resolver problemas modelando, representando, refletindo, racionando, calculando, argumentando e comunicando os resultados encontrados na solução de um problema. Esses diferentes tipos de item nos permitem apreciar outros tipos de habilidades, difíceis de serem avaliadas em testes de múltipla escolha e que são consideradas por Niss (2010) como componentes fundamentais da competência matemática.

Um diferencial importante entre os testes do PISA e as avaliações em larga escala brasileiras é que a avaliação internacional considera, para alguns itens de resposta construída aberta, a possibilidade de atribuir escores parciais às soluções apresentadas pelos alunos. Para esse tipo de item de RCA, a CCI ajuda a iluminar diferentes partes da escala de proficiência, o que se configura como uma forma alternativa de correção de itens abertos, fugindo da perspectiva de se considerarem apenas as alternativas certo ou errado, possibilitando captar habilidades importantes que compõem a solução parcial de um item.

Outro ponto em que essas duas avaliações se distanciam diz respeito às especificações curriculares em Matemática diferenciadas e explicitadas através das habilidades de Incerteza aferidas nos itens desses dois testes. Constatamos que o que

se prescreve para o conteúdo de Incerteza na avaliação do PISA é muito diferente do que é determinado para o SAEB. Na verdade, a matriz de referência do SAEB contempla pouquíssimas habilidades dessa subárea da Matemática. O CBC de Minas Gerais se aproximou mais da matriz do PISA, embora também não contemple algumas habilidades importantes.

De modo geral, os itens de Incerteza que compuseram a avaliação do PISA 2003 foram itens de múltipla escolha, em que predominaram as situações educacionais ou públicas, que propunham que os alunos resolvessem problemas relacionados ao cotidiano escolar ou bem próximos da vida real, e que exigiam dos alunos competências do grupo de *conexão*.

Outro aspecto importante a ser considerado ao terminar este trabalho é a dificuldade de nossos alunos em resolverem itens de *conexão* e *reflexão*. Percebemos que, de modo geral, os alunos brasileiros conseguem solucionar principalmente itens do grupo de competências de *reprodução*, que exigem processos cognitivos mais elementares.

A OBMEP propõe, em suas avaliações, questões bastante relacionadas ao cotidiano, muitas delas de dificuldade alta, em que o aluno tem que possuir competências que, no modelo do PISA, se enquadrariam no grupo de *conexão* e *reflexão*. Como tivemos a oportunidade de constatar, os nossos alunos ainda se limitam a resolver problemas do grupo de *reprodução*. Consideramos que essa pode ser uma das possíveis explicações para os baixos desempenhos dos alunos da região MG08 na OBMEP.

As provas da primeira fase da OBMEP, não obstante sejam de múltipla escolha, são formadas por um conjunto de itens que exigem dos alunos habilidades não apenas do grupo de *reprodução*, como geralmente acontece no SAEB. A segunda fase é formada por questões abertas e predominam nela itens de *conexão* e *reflexão*, de modo geral apresentando a Matemática de forma aplicada, como é feito no PISA.

Dos vinte itens de Incerteza analisados, identificamos que somente três teriam possibilidade de se enquadrarem no modelo de item do SAEB, o que decorreu do tipo de item, do nível de exigência cognitiva e da ênfase curricular diferenciada em cada

uma dessas avaliações. Isso nos leva a refletir sobre “o quê”, “para que” e “como” temos avaliado o desempenho dos alunos brasileiros em Matemática, bem como a relevância de se repensarem as avaliações nacionais, sem desconsiderar os méritos das mesmas, mas, ao mesmo tempo, possibilitando a reflexão e o aprendizado que podemos extrair da experiência do PISA. Essa proposta não significa dizer que o PISA é o modelo ideal de avaliação, mas sim que temos e podemos aprender muito com ele. A ideia que esse teste de Matemática nos oferece é que ele busca, no cotidiano, nas indústrias, nas notícias que são veiculadas no dia a dia, nos julgamentos que os cidadãos têm que fazer no exercício da sua cidadania, a competência matemática que os jovens de 15 anos de idade devem possuir para atuarem de forma satisfatória na atualidade. Ele utiliza e desenvolve metodologias de análise de dados educacionais que possibilitam avaliar a competência matemática por meio de itens que sejam capazes de medir essa competência não somente através de itens de múltipla escolha. Essa é uma das grandes lições que devemos extrair desse teste. O Brasil ainda utiliza, em seus testes educacionais, apenas esse tipo de itens para aferir a competência matemática dos alunos, e o PISA é uma demonstração real de que não precisamos mais desse tipo de limitação nos nossos testes.

O fato de o Brasil ter participado das cinco edições do PISA, quatro delas já concluídas, oferece-nos dados importantes do sistema educacional brasileiro bem como da sua evolução, além de permitir a comparação do sistema educacional brasileiro no cenário internacional. Acredito que o desenvolvimento científico e tecnológico de qualquer país depende de uma boa base Matemática para se consolidar. O PISA nos possibilita apreender, com os países considerados mais desenvolvidos do ponto de vista científico e tecnológico, que Matemática eles consideram que deve ser priorizada em suas escolas.

Outra diferença entre o SAEB e o PISA está relacionada ao universo das duas avaliações – o Pisa seleciona alunos de 15 a 16 anos, mesmo que cursando anos de escolaridade anteriores aos considerados adequados, ao passo que o SAEB amostra alunos no final do Ensino Fundamental, mesmo que com idade superior à adequada.

Em 2000, quando o teste do PISA foi aplicado pela primeira vez, 62,5% da população brasileira de 15 ou 16 anos de idade tinha a escolaridade mínima para compor o universo amostral desse exame. Um percentual cada vez maior dos jovens dessa idade foi alcançando esse patamar – 74,4% em 2003, 75,2% em 2006, até que, na aplicação de 2009, resultado mais recente que está disponível, eles já representavam aproximadamente 79% da população nessa faixa etária (BRASIL, 2012).

Nesta pesquisa, constatamos que essa expansão do universo amostral do PISA não resultou em uma queda no desempenho dos alunos brasileiros em Matemática nas diferentes edições deste programa. Ao contrário disso, o que observamos foi um aumento no desempenho médio dos alunos brasileiros, especialmente em Matemática, dando indícios de melhora no Ensino de Matemática no Brasil. Ainda que isto tenha acontecido, não podemos deixar de destacar que o Brasil, em nenhum dos vinte itens de Incerteza analisados, teve desempenho melhor do que o Grupo de Referência escolhido para realizar as comparações internacionais.

Os dados do SAEB também salientam que tanto os alunos brasileiros, de modo geral, como os mineiros, em particular, vêm melhorando a sua proficiência em Matemática. Esses dados também mostram que a proficiência média em Matemática dos alunos de Minas Gerais está acima da proficiência média em Matemática dos alunos brasileiros, como se pode ver no Anexo XI, que apresenta as proficiências médias em Matemática dos alunos das escolas públicas do Brasil e do estado de Minas Gerais.

Uma consideração importante que devemos fazer ao finalizar esta tese é que temos observado um avanço significativo no desempenho dos alunos mineiros nos últimos anos de realização do PISA. Apesar dos dados do PISA 2003 não nos fornecerem as proficiências médias por UF, e da pouca precisão com que elas se tornam possíveis de serem estimadas, calculamos a proficiência em Matemática desses alunos a partir da base de dados disponível no site da OCDE e encontramos 346 pontos. É importante ressaltar que, para o ano de 2003, o plano amostral do Brasil não foi construído levando em consideração a estratificação por unidades da Federação e, por isso esse resultado apresenta um erro-padrão elevado. Contudo, consideramos este valor como uma referência para acompanhar o desempenho em Matemática dos alunos mineiros. Em

2006, a proficiência média destes alunos subiu para 386 pontos e, em 2009, Minas Gerais alcançou 408 pontos na escala de proficiência em Matemática. Esses resultados indicam que Minas Gerais vem, não só aumentando a sua proficiência média em Matemática como também ultrapassando a proficiência média dos alunos brasileiros e de alunos de outras unidades da Federação, que anteriormente, tinham melhor desempenho em Matemática, como Rio de Janeiro e Paraná. Os resultados do PISA 2009 mostraram que a proficiência média em Matemática do estado de Minas Gerais é a maior da região Sudeste e, em nível nacional, fica atrás apenas do Distrito Federal, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Os dados da OBMEP, acessados a partir do *site*⁴³, também apontam na mesma direção. Em 2005, ocorreu a primeira edição da OBMEP no Brasil, e os alunos mineiros conquistaram 66 medalhas de ouro dentre as 300 distribuídas para os alunos brasileiros. Em 2006, 2007, 2008, 2009 esses alunos conquistaram 64, 69, 80, 71 medalhas de ouro. A partir de 2010, a OBMEP passou a premiar 500 medalhistas de ouro no Brasil, e os mineiros conquistaram 113, 111 e 152 medalhas em 2010, 2011 e 2012 respectivamente. Desde 2007, Minas Gerais tem ocupado o primeiro lugar na premiação da OBMEP em relação ao número de medalhistas de ouro, o que vem reforçar que o desempenho em Matemática dos alunos mineiros vem melhorando e se destacando nos últimos anos. Essa Olimpíada conta com uma participação expressiva de alunos brasileiros. Em 2012, mais de 19 milhões de alunos pertencentes a 46728 escolas públicas de 99,4% dos municípios brasileiros se inscreveram na OBMEP⁴⁴. Não podemos afirmar que esse quantitativo de alunos realmente tenha realizado a primeira etapa desta olimpíada, mas a minha experiência como coordenadora regional me mostrou que poucas eram as escolas inscritas na primeira fase que deixavam de participar da Olimpíada.

Constatamos também, a partir das análises realizadas nesta tese, que o CBC de Minas Gerais está mais próximo do PISA do que a matriz do SAEB, no que diz respeito à subárea de Incerteza. Inevitavelmente surge como uma nova questão de pesquisa a ser

⁴³ www.obmep.org.br.

⁴⁴ Estes dados foram retirados do site da OBMEP: www.obmep.org.br.

perseguida futuramente: Estaria o CBC de Minas Gerais atuando com papel destacado como um dos fatores associados a esse aumento na proficiência média em Matemática dos mineiros?

6.2 O IMPACTO DO PISA NA AGENDA EDUCACIONAL BRASILEIRA

Historicamente a educação no Brasil foi um privilégio das suas elites econômicas. Como mostra o estudo realizado por Castro (2009), as diferenças de renda ainda impactam o número médio de anos de estudos da população brasileira com idade igual ou superior a 15 anos. De modo geral, em 2007 os mais ricos possuíam em média 10,3 anos de estudo enquanto os mais pobres não alcançavam a metade desse número de anos.

Melhorar a educação de todos os seus cidadãos é vital para o desenvolvimento do Brasil, o que se configura como um desafio enorme para um país que possui milhões de crianças com menos de 15 anos de idade.

O sistema educacional brasileiro vem passando por uma acelerada expansão e, conseqüentemente, por profundas mudanças, em especial nas últimas décadas. Essa expansão reflete, de um lado, uma ação mais eficaz do Poder Público e, de outro, a valorização da educação pela sociedade, que conquistou espaço com a redemocratização do País.

Na década de 1950, 64% da população brasileira vivia na zona rural e mais de 50% da nossa população era analfabeta. Tínhamos, nessa época, uma educação que atendia a uma ínfima parcela populacional. Com o decorrer do tempo, houve um considerável crescimento populacional brasileiro e grande parte das pessoas que viviam na zona rural passaram a viver em áreas urbanas. Em 1972, o Brasil ampliou a educação obrigatória para incluir crianças de 7 a 14 anos de idade, mas, em 1980, a taxa de analfabetismo ainda girava em torno de 25% (BRASIL, 2000). Em 1988, com a nova Constituição, o acesso à Educação Básica passou a ser direito subjetivo do cidadão, conforme preleciona o seu artigo 205 (BRASIL, 1988). Entretanto, essa universalização

ainda não corresponde às expectativas de melhora de desempenho dos alunos em Matemática e da qualidade do ensino ofertado nas escolas brasileiras, como mostram os resultados das avaliações em larga escala em âmbito nacional e internacional.

Em 2000, 13,6% dos adultos ainda eram totalmente analfabetos, e o Brasil foi o país que obteve o mais baixo desempenho no PISA (OCDE, 2011). Mais da metade dos estudantes avaliados foram classificados abaixo do nível um da escala de proficiência, ou seja, não foram capazes de fazer as questões mais simples dessa avaliação e, por essa razão, foram classificados em um nível que é considerado inaceitável diante dos padrões internacionais.

Nessa época, mesmo diante do cenário supracitado, o PISA e os seus resultados praticamente não tiveram repercussão no Brasil. Ciola (2008) fez uma consideração interessante acerca do impacto diferenciado que ocorreu por ocasião da publicação dos dados da primeira edição do PISA no Brasil e na Alemanha. Segundo a autora, enquanto na Alemanha a classificação obtida (22º lugar entre 32 países) gerou publicações e estudos de pesquisadores de diferentes áreas, em especial da área educacional, no Brasil, não houve a mesma reação, não obstante o fato de a média obtida pelos brasileiros situar o país no último lugar da classificação internacional, conforme apresentado nesta tese. Ainda hoje, passados mais de dez anos de decorrido esse fato, a influência do PISA na produção e publicação acadêmica brasileira se mostra muito discreta, como mostra o estudo de Dickel (2012). Além disso, em pesquisa realizada no banco de teses da CAPES, com as palavras-chaves “PISA” e “Programa Internacional de Avaliação de Estudantes”, no período compreendido entre 2000 e 2012, foram encontrados apenas cinco teses de doutorado que abordaram essa avaliação. Até mesmo nas escolas, local onde os alunos fazem a avaliação, tive a oportunidade de constatar um grande desconhecimento desse Programa por parte de diretores, professores e alunos, na ocasião que trabalhei como monitora de qualidade do PISA no Brasil, em 2012. Em praticamente todas as escolas que visitei naquela ocasião, o PISA se configurava como uma novidade, e o conhecimento desse Programa, por parte da comunidade escolar, aconteceu quase que exclusivamente pela

seleção da escola na amostra brasileira ou pelo conhecimento de algum ranqueamento divulgado pela mídia, e nada mais do que isso.

Consideramos que um país, que estabelece metas de monitoramento da qualidade da educação e que enfatiza (BRASIL, [s.d.]) que, em 2021, atingiremos, com o cumprimento de tais metas, os níveis de desempenho da OCDE, deveria, concomitantemente, divulgar e incentivar mais estudos e pesquisas da avaliação que dá origem a essas metas. Será que os diretores, professores, supervisores e tantos outros profissionais da educação estão aptos a oferecer aos nossos alunos uma educação comparável àquela da OCDE, como pretende o governo brasileiro, sem fazer uma reflexão a respeito do PISA e de outras avaliações? Não estaria faltando a proposição de um debate mais aguçado a fim de promover maior conhecimento e aprendizado dessas avaliações? Será que os conteúdos que priorizamos para ensinar aos alunos da educação básica no Brasil realmente são relevantes para garantir a esses alunos a sua inserção no século XXI enquanto cidadãos competentes, críticos, bem-informados e capazes de se dar bem no mundo moderno? Acreditamos que atingir o padrão educacional da OCDE passa mais pela reflexão, pelo debate e pelo conhecimento dessas questões do que pela discussão do resultado numérico referente às metas do IDEB para 2021. Não queremos dizer, com isso, que atingir essas metas numéricas não seja importante, mas o que queremos enfatizar é que mais importante do que isso é o significado substantivo de tais metas e como e por que elas são importantes para a educação dos alunos brasileiros.

Uma contribuição importante desta pesquisa para essa discussão é que ela apresenta os resultados do PISA, do IDEB e discute como foi possível, metodologicamente, fazer a comparabilidade entre o PISA e o SAEB (conforme mostramos na seção 5.4 do Capítulo 5), que são duas avaliações de grande importância para direcionar o planejamento educacional do Brasil, como tem sido feito nos últimos anos, com a inserção do IDEB na agenda educacional. Embora o governo brasileiro recomende a extensão da metodologia de compatibilização entre o PISA e o SAEB para os anos iniciais do Ensino Fundamental e para o Ensino Médio, acreditamos que existem pontos de fragilidade nessa extensão e destacamos a importância de focar a discussão apenas

para os anos finais do Ensino Fundamental. Mesmo para esse grupo, ao comparar a matriz de referência do PISA com a do SAEB na subárea de Incerteza, conforme mostram os dados da Tabela 10 do Capítulo 5, encontramos muitas lacunas no documento brasileiro, o que vem reforçar a pertinência de se ter mais ponderação ao extrapolar as comparações para os outros dois níveis de ensino.

Alicerçando toda a discussão do desempenho dos alunos no PISA e no SAEB, a TRI também ocupou um papel importante neste trabalho. Procuramos, ao apresentá-la, focar no significado dos parâmetros dos itens, discutindo como podemos usar dos resultados quantitativos dos mesmos para aprimorar a nossa compreensão pedagógica das avaliações em larga escala que utilizam essa teoria. Discutimos alguns pontos frágeis da TCT, largamente utilizada nas avaliações educacionais até a década de 90, principalmente no que diz respeito ao percentual de acertos dos itens que, embora quantifique o percentual de alunos que acertam ou erram determinado item, não tem o poder de discriminar quais alunos estão acertando ou errando cada um deles. A TRI nos possibilita essa informação, uma vez que o parâmetro de dificuldade dos itens é alocado na mesma escala de proficiência dos alunos. Além disso, com a nova metodologia, foi possível não apenas acompanhar a evolução do desempenho dos alunos através do tempo, bem como comparar o desempenho de estudantes de diferentes países.

Através da observação do percentual de alunos brasileiros em cada nível de proficiência Matemática ao longo das diferentes edições do PISA, como a TRI permite, constatamos que 53% dos nossos alunos se situavam abaixo do nível 1 no PISA em 2003. Em 2006, esse valor caiu para 47% e em 2009 chegou a 38%. Ou seja, uma parcela cada vez maior do avanço do desempenho dos alunos brasileiros em Matemática no PISA pode ser atribuída aos menores percentuais de estudantes situados no nível abaixo do aceitável pelo PISA na distribuição das proficiências – uma sinalização de que o sistema educacional brasileiro vem paulatinamente reduzindo suas históricas desigualdades de desempenho nessa área do conhecimento. Assim, uma vez estabelecido que o Brasil vem melhorando em termos absolutos, fica a pergunta: Qual a

dimensão dessa melhora em termos relativos, ou seja, como ficamos em comparações internacionais?

A evolução positiva do desempenho dos alunos brasileiros no PISA ainda não foi suficiente para promover saltos significativos na posição do Brasil em relação a outros países. Apesar desses resultados, a proficiência dos estudantes brasileiros ainda não é satisfatória. A fim de atingir as metas estabelecidas pelo governo brasileiro para 2012 e 2021, que correspondem a 417 e 473 pontos respectivamente no PISA, o país precisará reunir grandes esforços em prol da melhoria da qualidade do ensino, como capacitar professores para atuarem na educação de acordo com as exigências do mundo moderno, promover um debate em torno da relevância das ênfases curriculares do nosso país, investir na valorização do magistério. De acordo com a matéria de Priscilla Borges publicada em 07/12/2010 na Educação na Mídia, o então Ministro da Educação, Fernando Haddad, afirmou que “nenhum país de alto desempenho no PISA paga menos aos professores do que a média de salários de outros profissionais com diploma de ensino superior” e ainda destacou que, no Brasil, o salário dos professores é 40% menor. No Brasil, essa é uma meta para ser atingida até 2020 (BRASIL, PNE 2011-2020).

De um modo geral, a formação básica de nossos alunos, como mostram os dados do PISA e do SAEB, ainda tem muito para melhorar. Isso dificulta, inclusive, a chegada à universidade de jovens que sejam capazes de concluir satisfatoriamente um curso superior e de ocupar, posteriormente, postos de trabalho que exigem competências e habilidades cada vez mais complexas e mutáveis, como tenho observado na minha experiência profissional. Se, por um lado, vivemos um momento histórico na economia do nosso país, em que o mercado de trabalho escancara as suas portas para jovens que tenham competência de atuar na sociedade moderna, por outro, os resultados do PISA, que avalia as competências matemáticas básicas para a atuação na vida real, sugerem que os nossos alunos não estão sendo devidamente preparados para assumir esses postos.

6.3 O DESEMPENHO EM INCERTEZA

Não podemos nos furtar, neste momento, a outra discussão. Haveria alguma relação entre o tipo de habilidade que as questões do PISA colocam em movimento e o tipo de capital cultural do qual os diferentes segmentos da sociedade – alvo da avaliação - são detentoras?

Ortigão *et al.* (2007) discutem o currículo da 5ª a 8ª séries do Ensino Fundamental no que diz respeito à seleção de conteúdos de Matemática desse nível de ensino. Para tal, são respondidas nessa pesquisa três questões relacionadas a tais conteúdos: Quais conteúdos de Matemática são selecionados para o ensino de 5ª a 8ª série? Como a seleção destes conteúdos está relacionada à origem social do aluno? Quais as características escolares influenciam a seleção de conteúdos matemáticos? Esses pesquisadores afirmam que “é possível dizer que o currículo de Matemática ensinado no Ensino Fundamental é, essencialmente, aquele sugerido na grande maioria dos livros didáticos e nos planos curriculares”. Eles constataram que os conteúdos das subáreas de Números e Operações (Quantidade na nomenclatura do PISA) são mais enfatizados nas 5ª e 6ª séries, de acordo com as respostas dos professores que participaram do estudo, ao passo que os temas relacionados à Álgebra (Mudanças e Relações no PISA) aparecem com maior frequência nas 7ª e 8ª séries do Ensino Fundamental. De modo diferente, o conteúdo de Geometria (Espaço e Forma no PISA) aparece com frequência em todas as séries e os temas relacionados ao Tratamento da Informação (Incerteza) são pouco citados pelos professores dessas quatro séries. Ao investigarem a associação entre o currículo ensinado e o perfil socioeconômico dos alunos da escola, esses pesquisadores não encontraram associações estatisticamente significativas entre a seleção de temas referentes a Números e Operações, Geometria ou Álgebra e o nível socioeconômico da escola. A seleção de conteúdos de Incerteza mostrou-se associada ao nível socioeconômico das redes de ensino, de forma que o aumento do nível socioeconômico médio dos alunos de uma escola sugere um aumento positivo na seleção desse conteúdo, o que evidencia uma distribuição desigual do conteúdo de Incerteza ensinado nas escolas brasileiras. Ou seja, de modo geral, os alunos mais pobres têm menos acesso a esse tipo de conteúdo de acordo com Ortigão

et al. (2007), dado que os seus professores não valorizam ou priorizam o ensino dos mesmos para esse grupo. Corroboramos com esta conclusão na medida em que constatamos que o conteúdo de Incerteza é pouco enfatizado na matriz do SAEB/Prova Brasil, exames educacionais especialmente úteis na avaliação do sistema público de ensino brasileiro, cujos alunos pertencem, de modo geral, às classes sociais menos favorecidas, lembrando que essa matriz foi tomada nesta pesquisa como parâmetro de referência para o currículo brasileiro.

Diante do exposto, uma contribuição desta tese é que ela mostra a importância de uma revisão na matriz de referência de Matemática do SAEB, particularmente no bloco de Tratamento da Informação. Essa revisão deve, inclusive, considerar a dimensão sociológica implícita na seleção de determinados conteúdos, tendo em conta que ela reproduz um modelo de detenção de conhecimentos pelas camadas sociais de nível socioeconômico mais elevado, historicamente enraizado na cultura escolar do Brasil. Esses conhecimentos, conforme, Batanero e Serrano (1995), Lopes (1999), OCDE (2004), Brasil (1998), Lopes (2008) e outros, são considerados importantes na formação de cidadãos bem-informados para o exercício da sua cidadania.

6.4 PRINCIPAIS DESDOBRAMENTOS DESTA PESQUISA

Ao finalizar este trabalho, consideramos que o principal desdobramento desta pesquisa seria realizar, para as demais subáreas da Matemática avaliadas no PISA 2003 – Espaço e Forma, Grandezas e Medidas, Mudanças e Relações – um estudo similar a este. A comparação entre os resultados do PISA 2003 com os do ciclo de 2012 possibilita um acompanhamento da evolução dos desempenhos dos alunos em Matemática, e em especial na subárea de Incerteza, o que não foi possível fazer neste trabalho, tendo em vista a divulgação tardia dos resultados de 2012. Esse será um desdobramento desta pesquisa que nos dará ensejo para uma maior compreensão das proficiências dos alunos brasileiros em Incerteza e que será possível de ser realizado a partir de dezembro de 2013. Outro desdobramento desta pesquisa seria aprofundar a discussão entre a possível influência da OBMEP e do CBC na evolução dos resultados em Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, G. ORTIGÃO, M. I. R. Letramento em Matemática: Um estudo a partir dos dados do PISA 2003. *Bolema*, Rio Claro, v. 26, n.42A, p. 1-21, 2012.
- ANDRADE, D. F., TAVARES, H.R., VALLE, R.C. Teoria de Resposta ao Item Conceitos e Aplicações. 154 p. In: *14º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística (SINAPE)*, São Paulo: ABE – Associação Brasileira de Estatística, 2000.
- BATANERO, C., DÍAZ, C. Probabilidad, Grado de Creencia y Proceso de Aprendizaje. *Ponencia Invitada en las XIII Jornadas Nacionales de Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas*. Granada, Julio, 2007. Federación Española de Enseñanza de las Matemáticas.
- BATANERO, C., SERRANO, L. Aleatoriedad, sus Significados e Implicaciones Educativas. *UNO: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, p.15-28, 1995.
- BONAMINO, A., ALVES, F., FRANCO, C., Cazelli, S. Os Efeitos das Diferentes Formas de Capital no Desempenho Escolar: Um Estudo `aà Luz de Bourdieu e de Coleman. *RBE - Revista Brasileira de Educação*, v.15, n.45, p. 487-594, 2010.
- BONAMINO, A., COSCARELLI, C., FRANCO, C. Avaliação e Letramento: Concepções de Aluno Letrado Subjacentes ao SAEB e ao PISA. *Educ. Soc.*, vol 23, n. 81, p.91-113, 2002.
- BOURDIEU, P. PASSERON, J. C. *A Reprodução*. Petrópolis: Editora Vozes, 2009.
- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*, 1988.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília: MEC Secretaria de Educação Fundamental /SEF, 148 p., 1998.
- BRASIL. *Mapa do Analfabetismo no Brasil*. Brasília: MEC, SEB; INEP, 2000.
- BRASIL .PISA 2003. Nota Técnica. http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/result_pisa2003_resum_tec.pdf. Acesso em: 09/04/2010
- BRASIL, 2008. *Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA). Resultados Nacionais – PISA 2006*. Disponível em: http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Relatorio_PISA2006.pdf.
- BRASIL. Ministério da Educação. *PDE/Prova Brasil. Plano de Desenvolvimento da Educação 2011*. INEP. Secretaria da Educação Básica. Brasília, 199p., 2008.
- BRASIL. *PDE/Prova Brasil. Plano de Desenvolvimento da Educação Básica*. Brasília: MEC, SEB; INEP, 2009.

BRASIL. *Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB): Metas Intermediárias para a sua Trajetória no Brasil, Estados, Municípios e Escolas*. Disponível em: <http://www.inep.gov.br/salas/download/ideb/ideb_Projeções.pdf>. Acesso em: 12 jul. 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. INEP. Diretoria de Avaliação da Educação Básica. *Guia de Elaboração e Revisão de Itens*. Vol I, Brasília, 2010.

BRASIL. *Itens Liberados de Matemática*. INEP. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/Itens_Liberados_Matematica.pdf>. Acesso em: 21 set. 2011.

BRASIL. *Nota Metodológica sobre a Compatibilização de Desempenhos do PISA com a Escala do SAEB*. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br>>. Acesso em: 13 jun. 2011.

BRASIL. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – PISA: *Resultados Nacionais - PISA 2009*. INEP. Brasília, 126p., 2012.

BRASIL [s.d.]. *Projeto Básico PISA 2012*. Disponível em: http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/itens/2011/projeto_basico_aplicacao_pisa_2012_rev2.pdf
Acesso em: 14/05/2013

BRASIL, [s.d.]. *O PNE 2011-2020: Metas e Estratégias*. MEC. http://fne.mec.gov.br/images/pdf/notas_tecnicas_pne_2011_2020.pdf Acesso em : 28/05/2013

BROOKE, N. SOARES, J. F. *Pesquisa em Eficácia Escolar: Origem e Trajetórias*. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2008.

CASTRO, J. A. Evolução e desigualdade na educação brasileira. *Educ. Soc.*, Campinas, vol. 30, n. 108, p. 673-697, out. 2009. Disponível em <http://www.cedes.unicamp.br> >Acesso em 28/05/2013.

DAVID, M. M. M. S. *Habilidades Funcionais em Matemática e Escolarização*. In: FONSECA, M. C. F. R (Org.). *Letramento no Brasil: habilidades matemáticas*. 1 ed. São Paulo: Editora Global, p. 65-90, 2004.

DICKEL, A. O Impacto do PISA na Produção Acadêmica Brasileira: contribuições para a discussão do currículo escolar. *Educação: teoria e prática* - v.20, n.35, p.201-228, jul./dez 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br>> Acesso em: 03/05/2011.

FERNANDES, R. *Índice de desenvolvimento da educação básica*. – Série Documental. Brasília: INEP, 2007.

FLETCHER, F. R. A Teoria da Resposta ao Item: Medidas Invariantes do Desempenho Escolar. *Ensaio*, v. 2 , 21-27, 1994.

FONSECA, M. C. F. R. *A Educação Matemática e a Ampliação das Demandas de Leitura e Escrita da População Brasileira*. In: FONSECA, M. C. F. R (Org.). *Letramento no Brasil: habilidades matemáticas*. 1 ed. São Paulo: Editora Global, p. 11-28, 2004.

FONTANIVE, N. S.; ELLIOT, L. G.; KLEIN, R. O desafio da apresentação dos resultados da avaliação de sistemas escolares a diferentes públicos. *REICE*, v. 5, n. 2e, p. 262-273, 2007.

GAVE. *Conceitos Fundamentais em Jogo na Avaliação de Literacia Matemática*. Lisboa: Gabinete de Avaliação Educacional do Ministério da Educação. Maio de 2004 (2004a).

GAVE. *Conceitos Fundamentais em Jogo na Avaliação de Resolução de Problemas*. Lisboa: Gabinete de Avaliação Educacional do Ministério da Educação. Dezembro de 2004 (2004b).

GAVE. *Resultados do Estudo Internacional PISA 2003*. Lisboa: Gabinete de Avaliação Educacional do Ministério da Educação. Dezembro de 2004 (2004c).

GOMES, C. A. A Escola de Qualidade para Todos: Abrindo as Camadas da Cebola. *Ensaio: Aval. Pol. Públ. Educ.* Rio de Janeiro, v. 13, n. 48, p 281-306, jul./set 2005.

GONÇALVES, M. C. *Concepções de Professores e o Ensino de Probabilidade na Escola Básica*. 2004. 149 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontífica Universidade Católica, São Paulo, 2004.

GULLIKSEN, H. *Teory of Mental Tests*. New York: Jonh Wiley and Sons, 1950.

HAMBLETON, R.K.; SWAMINATHAN, H.; ROGERS, H.J. *Fundamentals of Item Response Theory*. 1 Ed, 1991.

INEE. PISA para Docentes: *La Evaluación como Oportunidad de Aprendizaje*. México, D.F. 243 p., 2005.

INEE. *PISA en el Aula: Matemáticas*. México, D.F. 171 p., 2008.

INSTITUTO PAULO MONTENEGRO. *INAF Brasil – 2009 - Principais Resultados*. Disponível em: <<http://19www.ipm.org.br>>. Acesso em: 20 jun. 2010.

KLEIN, R. Uma re-análise dos resultados do PISA: problemas de comparabilidade. *Ensaio: aval. Pol. Públ. Educ.*, Rio de Janeiro, v.19, n. 73, p. 717-742, out./dez. 2011.

LAGARTO, M. J.; Andrade, M. J.; Longle, N. [s.d.]. O Desempenho dos Alunos em Álgebra no PISA 2003.

LAHIRE, Bernard. *Sucesso Escolar nos meios Populares: As Razões do Improvável*. São Paulo: Ática, 1995.

LOPES, C. A. E. A probabilidade e a Estatística no Currículo de Matemática do Ensino Fundamental Brasileiro. *Anais da Conferência Internacional: Experiências e Perspectivas do Ensino da Estatística – Desafios para o século XXI*. Florianópolis, p.167-174, 1999. Disponível em: <http://www1.ime.unicamp.br/lem/publica/ce_lopes/prob_est.pdf> Acesso em: 16 mar. 2009.

LOPES, C. A. E. O ensino da estatística e da probabilidade na educação básica e a formação dos professores. *Caderno Cedes*, Campinas, v. 28, n. 74, p. 57-73, abr. 2008.

LOPES, C. E.; Coutinho, C. Q. S (2009). Leitura e Escrita em Educação Estatística. In: Lopes, C. E.; Nacarato, A. M. (Org.). *Educação Matemática, Leitura e Escrita: Armadilhas, Utopias e Realidade*. 1 ed. Campinas - SP: Mercado das Letras, p. 61-78.

LORD, F.M.; NOVICK, M. R. *Statistical Theories of Mental Test Scores*. Reading, MA: Addison-Wesley, 1968.

LUCK, H. *Indicadores para a Qualidade na Gestão Escolar e Ensino*. Disponível em: <http://decampinasleste.edunet.sp.gov.br/gabinete/indicadores_gab.htm> Acesso em: 09/06/2010.

MACEDO, Lino. *Ensaio Pedagógico. Como construir uma escola para todos?* Porto Alegre: Artmed, 2005.

MURILLO, F. J. Una Panorâmica de la Investigación Iberoamericana sobre Eficácia Escolar. *Reice*, v.1, n.1, 2003. Disponível em: <http://www.ice.deusto.es/rinace/reice/vol1n1/Murillo.pdf>.

NISS, M. O Projeto Dinamarquês KOM e suas Relações com a Formação de Professores. In: BORBA, M.C. (Org.). *Tendências Internacionais em Formação de Professores de matemática*. 2 ed. Belo Horizonte: Editora Autêntica, p. 27-44, 2010.

NOGUEIRA, M. A., NOGUEIRA, C. M. M. Bourdieu & a Educação. 3. Ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2009.

NUNES, S. M. L. *Desigualdades Sociais vs Desempenho em Matemática sob a Ótica de Pierre Bourdieu*. CIAEM: Recife, Junho de 2011. Disponível em: http://www.cimm.ucr.ac.cr/ocs/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/paper/viewFile/1985/1128.

NUNES, S. M. L.; VIEIRA, G.M. *O Desempenho em Matemática dos Estudantes Brasileiros no PISA*. Saece: Buenos Aires, Junho de 2011. Disponível em: <http://www.saece.org.ar/docs/congreso4/trab61.pdf>.

OCDE. *The PISA 2003 Assessment Framework*. OCDE, 2003.

OCDE. *Learning for Tomorrow's World: First Results from PISA 2003*. Paris: OCDE, 2004.

OCDE. *PISA 2003 Technical Report*. Paris: OCDE, 2005.

OCDE. *Aprendendo para o mundo de amanhã: Primeiros resultados do PISA 2003*. Brasil: Editora Moderna, 2005a.

OCDE. *Data Analyses Manual: SPSS Users*. OCDE, 2005b.

OCDE. *Data Analyses Manual: SPSS Users*. OCDE, 2009.

ORTIGÃO, I., FRANCO, C., CARVALHO, J. B. P. A distribuição Social do Currículo de Matemática: quem tem acesso a tratamento da informação? *Educação, Matemática e Pesquisa*, São Paulo, v. 9, n.2, p. 249-273, 2007.

ORTIGÃO, M. I. R. O Ensino de Matemática e as Avaliações Sistêmicas: O Desafio de Apresentar os Resultados a Professores. In: DALBEN, A.; LEAL, L.; SANTOS, L. (Org.). *Convergências e Tensões no Campo da Formação e do Trabalho Docente: Educação Matemática*. 1 ed. Belo Horizonte: Editora Autêntica, p. 630-646, 2010.

RODRIGUES, M. M. M. Proposta de Análise de Itens das Provas do Saeb sob a Perspectiva Pedagógica e Psicométrica. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 17, n. 34, p. 43-78, maio/agosto de 2006.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS [s.d.]. *Proposta Curricular de Matemática do Ensino Fundamental – 6º ao 9º Ano*. Disponível em: <http://crv.educacao.mg.gov.br/aveonline40/banco_objetos_crv/%7B40401837-1607-4983-BC2A-E04BBEF2FCDB%7D_proposta-curricular_matematica_ef.pdf>. Acesso em: 29/02/2012

SOARES, J.F; CÉSAR, C.; MAMBRINI, J. *Determinantes do Desempenho dos Alunos do Ensino Básico Brasileiro: evidências do SAEB de 1997*. In: FRANCO, C. (Org.). *Promoção, Ciclos e Avaliação Educacional*. Porto Alegre: ArtMed, p. 121-153, 2001.

SOARES, J. F.; Alves, M. T. G. (2003). Desigualdades Raciais no Sistema Brasileiro de Educação Básica. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 147-165, jan./jun. 2003.

SOARES, J. F. O Efeito da Escola no Desempenho Cognitivo dos seus Alunos. *REICE - Revista Electrônica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio em Educación*. Madrid, Espana, v.2, n.2, p.83-104, julio./diciembre 2004a.

SOARES, J. F. Qualidade e Equidade na Educação Básica Brasileira: A Evidência do SAEB-2001. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*. Arizona State University, v.12, n.38, p.1-28, agosto, 2004b.

SOARES, J. F. Collares, A. C. M. Recursos Familiares e o Desempenho Cognitivo dos Alunos do Ensino Básico Brasileiro. *Revista Dados*. Rio de Janeiro, Brasil, v.49, n.3, p.615-650, outubro 2006.

SOARES, M. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. *Revista Brasileira de Educação*, n. 25, p. 5 -17, 2003a.

SOARES, M. *Letramento e escolarização*. In: RIBEIRO, V. M. (Org.). *Letramento no Brasil*. 1 ed. São Paulo: Editora Global, p. 89-113, 2003b.

SOARES, M.T.C. Educação Matemática e as Políticas de Avaliação Educacional: Há Sinalizadores para o Ensino de Matemática nas Escolas ou Âncoras a Serem Levantadas? In: DALBEN, A.; LEAL, L.; SANTOS, L. (Org.). *Convergências e Tensões no Campo da Formação e do Trabalho Docente: Educação Matemática*. 1 ed. Belo Horizonte: Editora Autêntica, p. 610-629, 2010.

STACEY, K. (2012). The International Assessment of Mathematical Literacy: Pisa 2012 Framework and Items. 12th International Congress on Mathematical Education, 8 July – 15 July, 2012, COEX, Seoul, Korea University of Melbourne. Disponível em: <http://www.icme12.org/upload/submission/2001_F.pdf>. Acesso em 21/06/2012

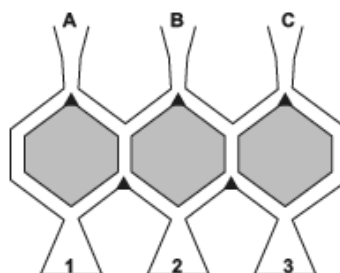
UBRIACO, F.E.C.A. *Interpretação de Escalas de Medida da Competência Matemática*. 2009. 122 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - UFMG, Belo Horizonte, 2009.

VALLE, R. C. A Construção e a Interpretação das Escalas de Conhecimento – Considerações Gerais e uma Visão do que vem sendo Feito no SARESP. *Estudos em Avaliação Educaional*, n. 23 , 71-92, 2001.

VIANNA, H. M. *Testes em Educação*. São Paulo: IBRASA, 1987.

ANEXOS

ANEXO I - Questão 5 Nível 3 OBMEP 2008:



No brinquedo ilustrado na figura, bolinhas são colocadas nas entradas A, B ou C e movem-se sempre para baixo, terminando em uma das caixas 1, 2 ou 3. Ao atingir um dos pontos marcados com ▲, as bolinhas têm chances iguais de ir para cada um dos dois lados.

- (a) Se uma bolinha for colocada em C, em quais caixas ela pode parar? E se ela for colocada em B?
- (b) Se uma bolinha for colocada em A, qual é a probabilidade de que ela vá parar na caixa 2? E se ela for depositada em B, qual é essa probabilidade?
- (c) Se colocarmos uma bolinha em cada entrada (uma de cada vez), qual é a probabilidade de que, no final, haja uma bolinha em cada caixa?

ANEXO II - Questão 49 - 2ª Etapa do SASI (Triênio 2007/2009)

Um torneio de futebol é disputado pelos times Glorioso, Bicudos, Timão e Bucaneiros. É 3 vezes mais provável que Glorioso vença do que Bicudos, 2 vezes mais provável que Bicudos vença do que Timão e é 3 vezes mais provável que Timão vença do que Bucaneiros.

Com base nesses dados, ASSINALE a alternativa INCORRETA:

- a) A probabilidade de Bicudos ser o vencedor do torneio é $\frac{3}{14}$.
- b) A probabilidade de Glorioso ou Timão vencer o torneio é $\frac{3}{4}$.
- c) A probabilidade de Timão não vencer o torneio é $\frac{25}{28}$.
- d) A probabilidade de Bucaneiros ser o vencedor do torneio é $\frac{9}{28}$.

ANEXO III - Questão 50 - 2ª Etapa do SASI (Triênio 2007/2009)

Um teste de Matemática é composto por 6 questões. Se forem sorteadas, aleatoriamente, 2 questões para correção, a probabilidade de um aluno que fez 5 questões acertar todas é

a) $\frac{5}{6}$.

b) $\frac{1}{3}$.

c) $\frac{2}{3}$.

d) $\frac{2}{5}$.

ANEXO IV - Ficha de Observação do Item

ANÁLISE QUALITATIVA

1) Nome do estímulo item: _____

Informações:

2) Código do item: _____

3) Tipo de item:

() múltipla escolha simples () múltipla escolha complexa

() resposta construída fechada () resposta construída aberta

4) Solução:

Avaliação das partes do item / Questões técnicas

5) O *enunciado* do item está claro e preciso? () sim () não

6) O item possui *estímulo*? () sim () não

7) O *estímulo* deste item apresentou texto, imagem, gráfico, figura ou tabelas nítidas e bem posicionadas? () sim () não

8) A articulação entre o *comando* para a resposta e as alternativas de resposta propostas no item está adequada? () sim () não () não se aplica

9) As *alternativas* possuem, aproximadamente, a mesma extensão?

() sim () não () não se aplica

10) Os *distratores* são plausíveis? () sim () não () não se aplica

Se não, indique qual(is). () a () b () c () d () e.

11) O item apresenta palavras desconhecidas ou não familiares? () sim () não
Qual(is)?

12) O item apresenta algum problema de tradução e/ou apresentação?

() sim () não Qual?

Interesse/motivação dos alunos com o item

- 13) O item tem um estímulo interessante? () sim () não
- 14) O item possui um contexto interessante? () sim () não
- 15) Os alunos brasileiros conseguem relacionar a tarefa com a sua experiência pessoal?
- () sim () não

Modelo Teórico PISA / Relevância para a estrutura de avaliação do PISA

- 16) Área da Matemática: () EF () MR () Q () I
- 17) Situação:
- () pessoal () educacional/ocupacional () pública () científica
- 18) Grupo de competências: () reprodução () conexão () reflexão
- 19) Coerência do item com o conceito de letramento matemático. Use uma escala de 1 a 5, a indicando que o item é incoerente e 5 indicando que o item é completamente coerente. () 1 () 2 () 3 () 4 () 5.

Relação com o programa de Matemática do Brasil / Relevância curricular

- 20) Habilidade necessária para a resolução do item.
-
-

- 21) A tarefa indicada nesse item está relacionada a uma única habilidade (um descritor da MR do SAEB)? () sim () não
- 22) A(s) habilidade(s) avaliada(s) por este item corresponde(m) a qual(is) descritor(es) da Matriz de Referência do SAEB?
-

- 23) Grau de adequação do item em relação à MR do SAEB
- () 1 () 2 () 3 () 4 () 5.
- 24) A tarefa indicada nesse item está relacionada ao CBC de Matemática de Minas Gerais? () sim () não

25) A(s) habilidade(s) avaliada(s) por este item corresponde(m) a qual(is) tópicos/itens do CBC mineiro?

26) Grau de adequação do item em relação ao CBC de Matemática em vigor no em Minas Gerais. () 1 () 2 () 3 () 4 () 5.

ANÁLISE QUANTITATIVA

27)

GRUPO / PAÍS	PERCENTUAL DE ACERTO DO ITEM
Brasil	
Espanha	
Estados Unidos	
México	
Portugal	
Uruguai	
OCDE	
Grupo de Referência ⁴⁵	

28) Parâmetro de dificuldade do item estimado em: _____.

⁴⁵ Grupo formado pelos países: Brasil, México, Uruguai, Portugal, Espanha, USA

ANEXO V - Descrições Resumidas dos Seis Níveis de Proficiência em Matemática
(OCDE, 2005)

No **Nível 6**, os estudantes conseguem conceitualizar, generalizar e utilizar informações baseadas em suas investigações, e criar modelos de situações de problemas complexos. Conseguem conectar diferentes fontes de informação e representações, e movimentar-se entre elas com flexibilidade. Estudantes neste nível conseguem utilizar raciocínios e pensamentos matemáticos avançados. Estes estudantes conseguem aplicar insight e compreensão, juntamente com um domínio de operações e relações matemáticas simbólicas e formais, para desenvolver novas abordagens e estratégias para enfrentar situações novas. Os estudantes neste nível conseguem formular e comunicar com precisão suas ações e reflexões, em relação a constatações, interpretações, argumentos e sua adequação às situações originais.

No **Nível 5**, os estudantes conseguem desenvolver e trabalhar com modelos de situações complexas, identificando restrições e especificando suposições. Conseguem selecionar, comparar e avaliar estratégias adequadas de resolução de problemas, para lidar com problemas complexos relacionados a esses modelos. Os estudantes neste nível conseguem trabalhar estrategicamente, utilizando habilidades de pensamento e raciocínio amplas e bem desenvolvidas, representações associadas de forma adequada, caracterizações simbólicas e formais, e insight relativo a essas situações. Conseguem refletir sobre suas ações, e formular e comunicar suas interpretações e seu raciocínio.

No **Nível 4**, os estudantes conseguem trabalhar de maneira eficaz com modelos explícitos para situações concretas complexas, que podem envolver restrições ou a necessidade de fazer suposições. Conseguem selecionar e integrar diferentes representações, incluindo as simbólicas, associando-as diretamente a aspectos de situações da vida real. Os estudantes neste nível conseguem utilizar habilidades bem desenvolvidas e deduzir com flexibilidade, com algum insight, nesses contextos. Conseguem construir e comunicar explicações e argumentos baseados em suas interpretações, argumentos e ações.

No **Nível 3**, os estudantes conseguem executar procedimentos descritos com clareza, incluindo aqueles que exigem decisões sequenciais. Conseguem selecionar e aplicar estratégias simples de resolução de problemas. Os estudantes neste nível conseguem interpretar e utilizar representações baseadas em diferentes fontes de informação, e fazer deduções diretas a partir dessas representações. Conseguem desenvolver comunicações curtas, relatando suas interpretações, seus resultados e seu raciocínio.

No **Nível 2**, os estudantes conseguem interpretar e reconhecer situações em contextos que não exigem nada além de inferência direta. Conseguem extrair informações relevantes de uma única fonte, e fazer uso de um modo de representação único. Os estudantes neste nível conseguem empregar algoritmos, fórmulas, procedimentos ou convenções básicos. Conseguem raciocinar diretamente, e fazer interpretações literais de resultados.

No **Nível 1**, os estudantes conseguem responder questões claramente definidas, envolvendo contextos conhecidos, onde todas as informações relevantes estão presentes. Conseguem identificar informações, e executar procedimentos de rotina segundo instruções diretas em situações explícitas. Conseguem realizar ações óbvias como respostas imediatas a determinados estímulos.

Descrição Resumida dos Seis Níveis de Proficiência na Escala de Incerteza

Nível	Competências gerais que os estudantes devem apresentar em cada nível	Tarefas específicas que os estudantes devem ser capazes de realizar
6	4% dos estudantes da OCDE conseguem realizar tarefas no Nível 6 na escala de incerteza.	
	0,2% dos estudantes brasileiros conseguem realizar tarefas no Nível 6 na escala de incerteza.	
	Utilizar habilidades de alto nível de pensamento e raciocínio ou contextos probabilísticos para criar representações matemáticas de situações da vida real; utilizar <i>insight</i> e reflexão para solucionar	– Interpretar e refletir sobre situações da vida real, utilizando conhecimento de probabilidades, e executar cálculos resultantes utilizando raciocínio proporcional, números altos e aproximações.

Nível	Competências gerais que os estudantes devem apresentar em cada nível	Tarefas específicas que os estudantes devem ser capazes de realizar
	problemas, e para formular e comunicar argumentos e explicações.	–Mostrar insight em relação a probabilidades em um contexto prático. –Utilizar interpretação, raciocínio lógico e <i>insight</i> em alto nível em uma situação probabilística desconhecida. –Utilizar argumentação rigorosa baseada em <i>insight</i> na interpretação de dados. –Empregar raciocínio complexo utilizando conceitos estatísticos. –Mostrar compreensão de ideias básicas de amostragem, e executar cálculos com médias ponderadas, ou utilizando insight em estratégias de cálculos sistemáticos. –Comunicar argumentos e explicações complexos.
5	13% dos estudantes da OCDE conseguem realizar, no mínimo, tarefas no Nível 5 na escala de incerteza.	
	Aplicar conhecimento de probabilidades e de estatística em situações de problemas que são relativamente estruturados, e onde a representação matemática é parcialmente aparente; utilizar raciocínio e <i>insight</i> para interpretar e analisar informações fornecidas, para desenvolver modelos apropriados, e para executar processos sequenciais de cálculos; comunicar razões e argumentos.	–Interpretar e refletir sobre os resultados de um experimento probabilístico desconhecido. –Interpretar texto utilizando linguagem técnica, e traduzi-lo para cálculo adequado de probabilidades. –Identificar e extrair informações relevantes, e interpretar e associar informações extraídas de múltiplas fontes (por exemplo, de textos, tabelas múltiplas, gráficos). –Utilizar reflexão e <i>insight</i> em situações probabilísticas padronizadas. –Aplicar conceitos de probabilidades para analisar um fenômeno ou uma situação desconhecidos. –Utilizar raciocínio proporcional e raciocínio com conceitos estatísticos. –Utilizar raciocínio de múltiplas etapas baseado em dados. –Executar modelos complexos

Nível	Competências gerais que os estudantes devem apresentar em cada nível	Tarefas específicas que os estudantes devem ser capazes de realizar
		envolvendo a aplicação de conhecimento de probabilidades e conceitos estatísticos (por exemplo, aleatoriedade, amostra, independência). –Utilizar cálculos incluindo soma, proporções, multiplicação de números altos, aproximação, para solucionar problemas em contextos estatísticos incomuns. –Executar uma sequência de cálculos relacionados. –Executar e comunicar raciocínio e argumentos probabilísticos.
4	31% dos estudantes da OCDE conseguem realizar, no mínimo, tarefas no Nível 4 na escala de incerteza. 3,5% dos estudantes brasileiros conseguem realizar, no mínimo, tarefas no Nível 4 na escala de incerteza.	
	Utilizar conceitos básicos de estatística e de probabilidade, combinados com raciocínio numérico, em contextos não menos conhecidos, para solucionar problemas simples; executar processos de cálculos de múltiplas etapas ou sequenciais; utilizar e comunicar argumentação baseada em interpretação de dados.	Interpretar texto, inclusive em um contexto desconhecido (científico), mas direto. –Mostrar <i>insight</i> em relação a aspectos de dados em tabelas e gráficos. –Traduzir descrições de texto em cálculos adequados de probabilidades. –Identificar e selecionar dados de diversos gráficos estatísticos, e executar cálculos básicos. –Mostrar compreensão de conceitos e definições estatísticos básicos (probabilidade, valor esperado, aleatoriedade, média). –Utilizar conhecimentos de probabilidade básica para solucionar problemas. –Construir uma explicação matemática básica de um conceito quantitativo verbal no contexto da vida real (“imenso aumento”). –Utilizar argumentação matemática com base em dados. –Utilizar raciocínio numérico.

Nível	Competências gerais que os estudantes devem apresentar em cada nível	Tarefas específicas que os estudantes devem ser capazes de realizar
		–Executar cálculos de múltiplas etapas, envolvendo as operações aritméticas básicas, e trabalhando com porcentagem. –Extraír informações de uma tabela, e comunicar um argumento simples baseado nessas informações.
3	54% dos estudantes da OCDE conseguem realizar, no mínimo, tarefas no Nível 3 na escala de incerteza. 10,5% dos estudantes brasileiros conseguem realizar, no mínimo, tarefas no Nível 3 na escala de incerteza.	
	Interpretar informações e dados estatísticos, e associar diferentes fontes de informação; ter raciocínio básico com conceitos simples de probabilidades, símbolos e convenções, e comunicar raciocínio.	–Interpretar informações apresentadas em tabelas. –Interpretar e ler gráficos não padronizados. –Utilizar raciocínio para identificar resultados de probabilidades no contexto de um experimento complexo de probabilidade, porém conhecido e bem definido. –Ter <i>insights</i> em relação a aspectos de apresentação de dados, por exemplo, sentido de número; associar informações relacionadas a partir de duas tabelas diferentes; associar dados a um tipo de diagrama adequado. –Comunicar raciocínio de senso comum.
2	75% dos estudantes da OCDE conseguem realizar, no mínimo, tarefas no Nível 2 na escala de incerteza. 27,5% dos estudantes brasileiros conseguem realizar, no mínimo, tarefas no Nível 2 na escala de incerteza.	
	Localizar informações estatísticas apresentadas em forma gráfica conhecida; compreender conceitos estatísticos e convenções básicos.	–Identificar informações relevantes em um gráfico simples e conhecido. –Associar texto a um gráfico relacionado, em uma forma comum e conhecida. –Compreender e explicar cálculos estatísticos simples (por exemplo, média). –Ler valores diretamente em um

Nível	Competências gerais que os estudantes devem apresentar em cada nível	Tarefas específicas que os estudantes devem ser capazes de realizar
		quadro conhecido de dados, como um gráfico de barras.
1	90% dos estudantes da OCDE conseguem realizar, no mínimo, tarefas no Nível 1 na escala de incerteza.	
	56,6% dos estudantes brasileiros conseguem realizar, no mínimo, tarefas no Nível 1 na escala de incerteza.	
	Compreender e utilizar ideias probabilísticas básicas em contextos experimentais conhecidos.	–Compreender conceitos básicos de probabilidade no contexto de um experimento simples e conhecido (por exemplo, envolvendo dados ou moedas). –Classificar de forma sistemática e calcular resultados combinatórios em uma situação de jogo limitada e bem definida.

- 54,8% dos alunos brasileiros estão abaixo do nível 1 na escala espaço e forma.
- 59,7% dos alunos brasileiros estão abaixo do nível 1 na escala mudança e relações.
- 51,1% dos alunos brasileiros estão abaixo do nível 1 na escala quantidade.
- 43,5% dos alunos brasileiros estão abaixo do nível 1 na escala incerteza.

ANEXO VI - Matriz de Referência de Matemática do SAEB 2001: Temas e seus Descritores – 8ª Série do Ensino Fundamental

I. ESPAÇO E FORMA

D1 – Identificar a localização/movimentação de objeto em mapas, croquis e outras representações gráficas.

D2 – Identificar propriedades comuns e diferenças entre figuras bidimensionais e tridimensionais, relacionando-as com as suas planificações.

D3 – Identificar propriedades de triângulos pela comparação de medidas de lados e ângulos.

D4 – Identificar relação entre quadriláteros por meio de suas propriedades.

D5 – Reconhecer a conservação ou modificação de medidas dos lados, do perímetro, da área em ampliação e/ou redução de figuras poligonais usando malhas quadriculadas.

D6 – Reconhecer ângulos como mudança de direção ou giros, identificando ângulos retos e não-retos.

D7 – Reconhecer que as imagens de uma figura construída por uma transformação homotética são semelhantes, identificando propriedades e/ou medidas que se modificam ou não se alteram.

D8 – Resolver problema utilizando propriedades dos polígonos (soma de seus ângulos internos, número de diagonais, cálculo da medida de cada ângulo interno nos polígonos regulares).

D9 – Interpretar informações apresentadas por meio de coordenadas cartesianas.

D10 – Utilizar relações métricas do triângulo retângulo para resolver problemas significativos.

D11 – Reconhecer círculo/circunferência, seus elementos e algumas de suas relações.

II. GRANDEZAS E MEDIDAS

D12 – Resolver problema envolvendo o cálculo de perímetro de figuras planas.

D13 – Resolver problema envolvendo o cálculo de área de figuras planas.

D14 – Resolver problema envolvendo noções de volume.

D15 – Resolver problema utilizando relações entre diferentes unidades de medida.

III. NÚMEROS E OPERAÇÕES/ÁLGEBRA E FUNÇÕES

D16 – Identificar a localização de números inteiros na reta numérica.

D17 – Identificar a localização de números racionais na reta numérica.

D18 – Efetuar cálculos com números inteiros, envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação).

D19 – Resolver problema com números naturais, envolvendo diferentes significados das operações (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação).

D20 – Resolver problema com números inteiros envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação).

D21 – Reconhecer as diferentes representações de um número racional.

D22 – Identificar fração como representação que pode estar associada a diferentes significados.

D23 – Identificar frações equivalentes.

D24 – Reconhecer as representações decimais dos números racionais como uma extensão do sistema de numeração decimal, identificando a existência de “ordens” como décimos, centésimos e milésimos.

D25 – Efetuar cálculos que envolvam operações com números racionais (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação).

D26 – Resolver problema com números racionais envolvendo as operações (adição, subtração, multiplicação, divisão, potenciação).

D27 – Efetuar cálculos simples com valores aproximados de radicais.

D28 – Resolver problema que envolva porcentagem.

D29 – Resolver problema que envolva variação proporcional, direta ou inversa, entre grandezas.

D30 – Calcular o valor numérico de uma expressão algébrica.

D31 – Resolver problema que envolva equação do 2º grau.

D32 – Identificar a expressão algébrica que expressa uma regularidade observada em seqüências de números ou figuras (padrões).

D33 – Identificar uma equação ou inequação do 1º grau que expressa um problema.

D34 – Identificar um sistema de equações do 1º grau que expressa um problema.

D35 – Identificar a relação entre as representações algébrica e geométrica de um sistema de equações do 1º grau.

IV. TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO

D36 – Resolver problema envolvendo informações apresentadas em tabelas e/ou gráficos.

D37 – Associar informações apresentadas em listas e/ou tabelas simples aos gráficos que as representam e vice-versa.

ANEXO VII – CBC de Minas Gerais

Conteúdo Básico Comum (CBC) Matemática - do Ensino Fundamental do 6º ao 9º ano

- Os tópicos obrigatórios são numerados em algarismos arábicos
- Os tópicos complementares são numerados em algarismos romanos

Eixo Temático I*Tema 1: Conjuntos Numéricos***Números e Operações**

TÓPICOS	HABILIDADES	Ano / Carga Horária			
		6º	7º	8º	9º
1. Conjunto dos números naturais	1.0. Conceitos	3			
	1.1. Operar com os números naturais: adicionar, multiplicar, subtrair, calcular potências, calcular a raiz quadrada de quadrados perfeitos.	10	4	2	
	1.2. Utilizar os critérios de divisibilidade por 2, 3, 5 e 10.	5	2		
	1.3. Utilizar o algoritmo da divisão de Euclides.	1	1		
	1.4. Representar a relação entre dois números naturais em termos de quociente e resto.	1			
	1.5. Fatorar números naturais em produto de primos.	5	3		
	1.6. Calcular o mdc e o mmc de números naturais.	6	4		
	1.7. Resolver problemas que envolvam técnicas simples de contagem.	2	4	3	
	1.8. Resolver problemas envolvendo operações com números naturais.	6	6	2	
2. Conjunto dos números inteiros	2.0. Conceitos		1		
	2.1. Reconhecer a necessidade da ampliação do conjunto dos números naturais através de situações contextualizadas e resolução de equação.		2		
	2.2. Operar com números inteiros: adicionar, multiplicar, subtrair, calcular potências.		10		
	2.3. Resolver problemas que envolvam operações com números inteiros.		6		
	2.4. Localizar números inteiros na reta numérica, utilizando a ordenação no conjunto.		3		
3. Conjunto dos números racionais	3.0. Conceitos			2	
	3.1. Reconhecer a necessidade da ampliação do conjunto dos números inteiros através de situações contextualizadas e/ou resolução de equação.	1			
	3.2. Operar com números racionais em forma decimal e fracionária: adicionar, multiplicar, subtrair, dividir e calcular potências e calcular a raiz quadrada de quadrados perfeitos.	13	12	8	
	3.3. Associar uma fração à sua representação decimal e vice-versa.	4	2		
	3.4. Resolver problemas que envolvam números racionais.	10	8	4	
	3.5. Localizar números racionais na reta numérica, utilizando a	4	4		

	ordenação no conjunto.				
I. Conjunto dos números reais	• Reconhecer a necessidade da ampliação do conjunto dos números racionais através de situações contextualizadas e da resolução de problemas.				
	• Identificar números racionais com as dízimas periódicas.			2	
	• Identificar as dízimas não periódicas com os números irracionais.				
	• Usar geometria para construir alguns segmentos de comprimento irracional.				
	• O número π				1
II. Números naturais	- Os demais critérios de divisibilidade. - Utilizar a representação decimal para justificar critérios de divisibilidade. - Representar geometricamente os conceitos de quociente e de resto na divisão de dois números naturais. - Raiz n-ésima números inteiros que são potências de n.				

Tema 2: Grandezas Proporcionais

TÓPICOS	HABILIDADES	Ano / Carga Horária			
		6º	7º	8º	9º
4. Proporcionalidade Direta e Inversa	4.0. Conceitos			2	
	4.1. Identificar grandezas diretamente proporcionais.		4		
	4.2. Identificar grandezas inversamente proporcionais.		4		
	4.3. Resolver problemas que envolvam grandezas direta ou inversamente proporcionais.		8	6	
5. Porcentagem	5.0. Conceitos				
	5.1. Interpretar e utilizar o símbolo % .	1	2	3	
	5.2. Resolver problemas que envolvam o cálculo de porcentagem.	6	6	4	
6. Juros	6.0. Conceitos				
	6.1. Calcular descontos, lucros e prejuízos.			6	
	6.2. Resolver problemas que envolvam o cálculo de prestações em financiamentos com poucas prestações.				10
	6.3. Comparar preços à vista e a prazo.				10

Eixo Temático II Tema 1: Expressões Algébricas

Álgebra

TÓPICOS	HABILIDADES	Ano / Carga Horária
---------	-------------	---------------------

		6º	7º	8º	9º
7. Linguagem Algébrica	7.0. Conceitos				1
	7.1. Utilizar a linguagem algébrica para representar simbolicamente as propriedades das operações nos conjuntos numéricos e na geometria.		4	2	2
	7.2. Traduzir informações dadas em textos ou verbalmente para a linguagem algébrica.	3	6	2	4
	7.3. Utilizar a linguagem algébrica para resolução de problemas.			6	3
8. Valor Numérico de uma Expressão	8.0. Conceitos		4		
	8.1. Calcular o valor numérico de uma expressão.		3	2	2
	8.2. Utilizar valores numéricos de expressões algébricas para constatar a falsidade de igualdade ou desigualdades.		2	2	2
9. Operações com Expressões Algébricas Básicas	9.0. Conceitos				
	9.1. Somar, multiplicar e subtrair polinômios.			4	
	9.2. Dividir um monômio por um monômio.			1	
	9.3. Dividir um polinômio por um monômio.			4	
	9.4. Reconhecer os produtos notáveis.			4	
	9.5. Fatorar uma expressão algébrica.			4	

Tema 2: Equações Algébricas

TÓPICOS	HABILIDADES	Ano / Carga Horária			
		6º	7º	8º	9º
10. Equações do Primeiro Grau	10.0. Conceitos		2	1	
	10.1. Identificar a raiz de uma equação do primeiro grau.		1		
	10.2. Resolver uma equação do primeiro grau.		5	4	1
	10.3. Resolver problemas que envolvam uma equação do primeiro grau.		5	4	4
11. Sistemas de Equações do Primeiro Grau	11.0. Conceitos			4	
	11.1. Identificar a(s) solução (ões) de um sistema de duas equações lineares.			1	2
	11.2. Resolver problemas que envolvam um sistema de duas equações do primeiro grau com duas incógnitas.			5	13
12. Equações do Segundo Grau	12.0. Conceitos				2
	12.1. Identificar a(s) raiz(izes) de uma equação do segundo grau.				3
	12.2. Identificar as raízes de uma equação dada por um produto de fatores do primeiro grau.				3
	12.3. Resolver uma equação do segundo grau.				12

	12.4. Resolver situações-problema que envolvam uma equação do segundo grau.				11
III. Operações com expressões algébricas	• Dividir dois polinômios. • Calcular o mdc e o mmc de polinômios simples (de grau baixo). • Somar, multiplicar, subtrair e dividir polinômios.				
IV. Equações	• Identificar as raízes de uma equação dada por um produto de fatores do primeiro e do segundo graus.				2

Eixo Temático III Tema 1: Relações Geométricas entre Figuras Planas**Espaço e Forma**

TÓPICOS	HABILIDADES	Ano / Carga Horária			
		6º	7º	8º	9º
13. Figuras planas	13.0. Conceitos		8		
	13.1. Reconhecer as principais propriedades dos triângulos isósceles e equiláteros, e dos principais quadriláteros: quadrado, retângulo, paralelogramo, trapézio, losango.	11	7	7	
	13.2. Identificar segmento, ponto médio de um segmento, triângulo e seus elementos, polígonos e seus elementos, circunferência, disco, raio, diâmetro, corda, retas tangentes e secantes.	7	5	6	
	13.3. Identificar ângulo como mudança de direção.	2			
	13.4. Identificar retas concorrentes, perpendiculares e paralelas.	2			
	13.5. Reconhecer e descrever objetos do mundo físico utilizando termos geométricos.	2			
	13.6. Reconhecer a altura de um triângulo relativa a um de seus lados.	2	2	2	
14. Ângulos formados entre paralelas e transversais	14.0. Conceitos				
	14.1. Utilizar os termos ângulo, paralelas e transversais e perpendiculares para descrever situações do mundo físico ou objetos.			2	
	14.2. Reconhecer as relações entre os ângulos formados por retas paralelas com uma transversal.			4	
	14.3. Utilizar as relações entre ângulos formados por retas paralelas com transversais para obter a soma dos ângulos internos de um triângulo.			2	
15. Congruência de triângulos	15.0. Conceitos				
	15.1. Reconhecer triângulos congruentes a partir dos critérios de congruência.			5	
	15.2. Resolver problemas que envolvam critérios de congruência de triângulos.			6	
	15.3. Utilizar congruência de triângulos para descrever propriedades de quadriláteros: quadrados, retângulos, losangos e paralelogramos.			4	
16. Construções geométricas	16.0. Conceitos				
	16.1. Construir perpendiculares, paralelas e mediatriz de um segmento usando régua e compasso.	5	5	3	
	16.2. Construir um triângulo a partir de seus lados, com régua e compasso.		5	4	
17. Teorema	17.0. Conceitos				

de Tales e semelhança de triângulos	17.1. Resolver problemas que envolvam o teorema de Tales.				8
	17.2. Reconhecer triângulos semelhantes a partir dos critérios de semelhança.				10
	17.3. Resolver problemas que envolvam semelhança de triângulos.				8
18. Teorema de Pitágoras	18.0. Conceitos				2
	18.1. Utilizar semelhança de triângulos para obter o teorema de Pitágoras.				4
	18.2. Resolver problemas que envolvam o teorema de Pitágoras.				10
V. Pontos notáveis de um triângulo	• Reconhecer as propriedades do ponto de encontro das medianas de um triângulo (baricentro). • Reconhecer as propriedades do ponto de encontro das três alturas de um triângulo (ortocentro). • Reconhecer as propriedades do ponto de encontro das bissetrizes de um triângulo (incentro). • Resolver problemas que envolvam segmentos que unem cada vértice de um triângulo a pontos do lado oposto (cevianas).				
VI. Semelhança e trigonometria no triângulo retângulo	• Utilizar semelhança de triângulos para descrever as relações métricas no triângulo retângulo. • Resolver problemas que envolvam as razões trigonométricas seno, cosseno e tangente.				
VII. Simetrias	• Identificar simetrias de figuras em relação a uma reta ou em relação a um ponto.				
VIII. Construções geométricas	• Reconhecer o ponto médio de um segmento, a mediatriz de um segmento, a bissetriz de um ângulo com figuras obtidas a partir de simetrias. • Construir com régua e compasso: a mediatriz de um segmento, a bissetriz de um ângulo, retas paralelas, retas perpendiculares, transporte de ângulos e de segmentos. • Construir triângulos isósceles e equiláteros, quadrados e hexágonos regulares.				
IX. Ângulos em uma circunferência	• Identificar ângulos centrais e inscritos em uma circunferência. • Relacionar medidas de ângulos centrais, inscritos e arcos em uma circunferência.				

Tema 2: Expressões Algébricas

TÓPICOS	HABILIDADES	Ano / Carga Horária			
		6º	7º	8º	9º
19. Medidas de comprimento e perímetros	19.0. Conceitos				
	19.1. Reconhecer a necessidade de medidas padrão.	6			
	19.2. Relacionar o metro com seus múltiplos e submúltiplos.	2		2	
	19.3. Escolher adequadamente múltiplos ou submúltiplos do metro para efetuar medidas.	1		2	
	19.4. Utilizar instrumentos para medir comprimentos.	1		2	
	19.5. Fazer estimativas de medidas lineares tais como comprimentos e alturas.	1		2	
	19.6. Resolver problemas que envolvam o perímetro de figuras planas.	5		7	4
20. Áreas e suas medidas	20.0. Conceitos	2			
	20.1. Relacionar o metro quadrado com seus múltiplos e submúltiplos.	3		2	
	20.2. Escolher adequadamente múltiplos ou submúltiplos do metro quadrado para efetuar medidas.	1			
	20.3. Fazer estimativas de áreas.	2			2
	20.4. Resolver problemas que envolvam a área de figuras planas: triângulo, quadrado, retângulo, paralelogramo, trapézio, discos ou figuras compostas por algumas dessas.	8		7	6
21. Volume, capacidade e suas medidas	21.0. Conceitos				
	21.1. Relacionar o metro cúbico com seus múltiplos e submúltiplos.	3		2	
	21.2. Relacionar o decímetro cúbico com o litro e o mililitro.	3		1	
	21.3. Escolher adequadamente múltiplos ou submúltiplos do metro cúbico para efetuar medidas.	3			
	21.4. Fazer estimativas de volumes e capacidades.	3			
	21.5. Resolver problemas que envolvam cálculo de volume ou capacidade de blocos retangulares, expressos em unidade de medida de volume ou em unidades de medida de capacidade: litros ou mililitros.	9		7	8
22. Medidas de ângulo	22.0. Conceitos				
	22.1. Utilizar o grau como unidade de medida de ângulo.	2	3		
	22.2. Utilizar instrumentos para medir ângulos.	4	4		
	22.3. Resolver problemas que envolvam o cálculo de medida de ângulos internos ou externos de um			3	

	polígono.				
X. Áreas laterais e totais de figuras tridimensionais	• Calcular a área lateral ou total de figuras tridimensionais, bloco retangular, cilindro, pirâmide.				
XI. Planificações de figuras tridimensionais	• Reconhecer a planificação de figuras tridimensionais - cubo, bloco retangular, cilindro, cone e pirâmide. • Construir figuras tridimensionais a partir de planificações • Calcular a área lateral ou total de uma figura tridimensional a partir de sua planificação.				

Eixo Temático IV Tema 1: Representação Gráfica e Média Aritmética

Tratamento de Dados

TÓPICOS	HABILIDADES	Ano / Carga Horária			
		6º	7º	8º	9º
23. Organização e apresentação de um conjunto de dados em tabelas ou gráficos	23.0. Conceitos				
	23.1. Organizar e tabular um conjunto de dados.	3	2		
	23.2. Interpretar e utilizar dados apresentados em tabelas.	4	2		
	23.3. Utilizar um gráfico de setores para representar um conjunto de dados.				4
	23.4. Interpretar e utilizar dados apresentados num gráfico de segmentos.				6
	23.5. Utilizar um gráfico de colunas para representar um conjunto de dados.	4			
	23.6. Interpretar e utilizar dados apresentados num gráfico de colunas.	4	4		
	23.7. Utilizar um gráfico de setores para representar um conjunto de dados.			4	
	23.8. Interpretar e utilizar dados apresentados num gráfico de setores.			4	
24. Média aritmética	24.0. Conceitos				
	24.1. Resolver problemas que envolvam a média aritmética.				

Tema 2: Probabilidade

TÓPICOS	HABILIDADES	Ano / Carga Horária			
		6º	7º	8º	9º

25. Contagem	25.0. Conceitos				
	25.1. Resolver problemas simples de contagem utilizando listagens ou o diagrama da árvore.	4	6	4	
26. Conceitos básicos de probabilidade	26.0. Conceitos				
	26.1. Relacionar o conceito de probabilidade com o de razão.				4
	26.2. Resolver problemas que envolvam o cálculo de probabilidade de eventos simples.				8

ANEXO VIII - Competências Matemáticas – PISA - (GAVE, 2004a)

Reprodução

1. *Pensamento e raciocínio*, que implica colocar questões na expressão mais básica («Quantos...?», «Quanto é...?») e compreender os tipos de resposta correspondentes («São tantos...», «É tanto...»); fazer a distinção entre definições e afirmações; compreender e utilizar os conceitos matemáticos nos diversos contextos em que são apresentados inicialmente ou naqueles em que tenham, subsequentemente, sido aplicados.
2. *Argumentação*, que implica a utilização e a justificação de processos quantitativos padronizados, incluindo cálculos, afirmações e resultados de cálculos.
3. *Comunicação*, que implica a compreensão e a expressão, sob forma oral e escrita, de questões matemáticas simples, tais como reproduzir os nomes e as propriedades básicas de objetos familiares, referir cálculos e os seus resultados, regra geral, de uma única maneira.
4. *Modelagem*, que implica reconhecer, recordar, ativar e explorar modelos familiares bem estruturados; a interpretação de tais modelos (e dos seus resultados), em termos da «realidade» e vice-versa, bem como a comunicação elementar sobre os resultados do modelo.
5. *Colocação e resolução de problemas*, que implica a colocação e a formulação de problemas, reconhecendo e reproduzindo problemas, padronizados e já aplicados, de matemática pura e aplicada, e a resolução dos mesmos, invocando e recorrendo a abordagens e procedimentos padronizados, regra geral, de uma única maneira.
6. *Representação*, que implica a descodificação, a codificação e a interpretação de representações familiares, padronizadas e já aplicadas, de objetos matemáticos conhecidos. Alternar entre as representações apenas se aplica quando o próprio ato de alternar se considera parte integrante das representações envolvidas.
7. *Uso da linguagem e de operações simbólicas, formais e técnicas*, que implica descodificar e interpretar a linguagem de rotina básica, simbólica e formal, utilizada em situações e contextos familiares, operacionalizar afirmações e expressões simples que contêm símbolos e fórmulas, incluindo o uso de

variáveis, a resolução de equações e o cálculo, recorrendo a procedimentos de rotina.

8. *Uso de meios auxiliares e instrumentos*, que implica conhecer e ser capaz de usar meios auxiliares e instrumentos familiares, em contextos, situações e em formas semelhantes aos que foram inicialmente apresentados e praticados.

Descritores-chave: reproduzir material já praticado e fazer operações de rotina.

Conexão

1. *Pensamento e raciocínio*, que implica colocar questões («Como encontramos...?», «Em termos matemáticos, o que implica...?») e compreender os tipos de resposta correspondentes (apresentados através de tabelas, gráficos, números, etc.); a distinção entre definições e afirmações e entre diferentes tipos de afirmações; a compreensão e a operacionalização de conceitos matemáticos em contextos ligeiramente diferentes dos contextos em que foram inicialmente apresentados e, subsequentemente, treinados.
2. *Argumentação*, que implica o raciocínio matemático simples, sem distinção entre demonstrações e formas mais amplas/abrangentes de argumentação e de raciocínio; o seguimento e a avaliação de cadeias de argumentos matemáticos de tipos diferentes e a existência de um sentido heurístico (por exemplo, «O que pode ou não acontecer?», «Ser o caso de e porquê?», «O que sabemos e o que queremos obter?»).
3. *Comunicação*, que implica a compreensão e a expressão, sob forma oral ou escrita, de assuntos de conteúdo matemático, que podem ir desde a reprodução de nomes e de propriedades básicas de objetos familiares e a explicação de cálculos e dos seus resultados (regra geral, de várias maneiras) à explicação de assuntos que incluem relações. Também implica compreender afirmações escritas ou orais de outros sujeitos sobre os mesmos assuntos.
4. *Modelagem*, que implica estruturar o campo/domínio ou a situação a serem modelados; traduzir a «realidade» para estruturas matemáticas, em contextos não demasiado complexos, mas que, não obstante, sejam diferentes dos contextos familiares aos estudantes. Também implica a movimentação entre modelos (e os seus resultados) e a «realidade» e vice-versa, incluindo aspectos de comunicação sobre os resultados do modelo.

5. *Colocação e resolução de problemas*, que implica a colocação e a formulação de problemas que vão além da reprodução de problemas padronizados e anteriormente praticados, de matemática pura e aplicada; a resolução desses mesmos problemas, invocando e utilizando não só abordagens e procedimentos padronizados, mas também processos mais independentes de resolução de problemas, nos quais as conexões são estabelecidas entre diferentes áreas da matemática e diferentes modos de representação e comunicação (esquemas, tabelas, gráficos, palavras, desenhos).
6. *Representação*, que implica a descodificação, a codificação e a interpretação de representações familiares e menos familiares de objetos matemáticos; escolher e alternar entre diferentes formas de representação de situações e de objetos matemáticos, bem como traduzir e distinguir entre diferentes formas de representação.
7. *Uso da linguagem e de operações simbólicas*, formais e técnicas, que implica a descodificação e a interpretação de linguagem básica, simbólica e formal, em situações e contextos menos conhecidos, e a operacionalização de afirmações e de expressões que contêm símbolos e fórmulas, incluindo o uso de variáveis, a resolução de equações e o cálculo por meio de procedimentos familiares.
8. *Uso de meios auxiliares e de instrumentos*, que implica conhecer e ser capaz de usar meios auxiliares e instrumentos familiares em contextos, situações e de maneiras que diferem daqueles em que a sua utilização foi inicialmente apresentada e praticada.

Descritores-chave: integração, conexão e extensão moderada do material praticado.

Reflexão

1. *Pensamento e raciocínio matemático*, que implica a colocação de questões («Como encontramos...?», «Em termos matemáticos, o que implica...?», «Quais são os aspectos essenciais do problema ou situação...?») e a compreensão dos tipos de resposta correspondentes (proporcionados através de tabelas, gráficos, números, especificação de pontos-chave, etc.); a distinção entre definições, teoremas, conjecturas, hipóteses e afirmações sobre casos especiais, bem como a reflexão sobre essas distinções ou a sua dedução; compreender e utilizar os conceitos matemáticos em contextos novos ou mais complexos; compreender e

utilizar a extensão e os limites de determinados conceitos matemáticos e generalizar os resultados.

2. *Argumentação*, que implica o raciocínio matemático simples, incluindo a distinção entre prova e demonstração e formas mais abrangentes de argumentação e de raciocínio; o seguimento, a avaliação e a construção de cadeias de argumentos matemáticos de tipos diferentes; a utilização da heurística (por exemplo, «O que pode ou não acontecer, ou ser o caso de, e porquê?», «O que sabemos e o que queremos obter?», «Quais as propriedades essenciais?», «Qual a relação entre os objetos?»).
3. *Comunicação*, que implica a compreensão e a expressão demonstradas por um sujeito, sob forma oral ou escrita, de assuntos de conteúdo matemático, que podem abranger desde a reprodução de nomes e de propriedades básicas de objetos familiares e a explicação de cálculos e dos seus resultados (regra geral, de várias maneiras) à explicação de assuntos que incluem relações complexas, nomeadamente relações lógicas. Também implica compreender as afirmações escritas ou orais de outros sujeitos sobre os mesmos assuntos.
4. *Modelagem*, que implica estruturar o campo ou a situação a ser modelada; traduzir a «realidade» em estruturas matemáticas, no âmbito de contextos que podem ser complexos ou bastante diferentes dos contextos familiares aos estudantes; interpretar a movimentação entre modelos (e os seus resultados) e a «realidade» e vice-versa, incluindo aspectos de comunicação acerca dos resultados do modelo: juntar informação e dados, monitorizar o processo de modelação e validar o modelo resultante. Também inclui a reflexão através da análise e da crítica e uma comunicação mais complexa, relativamente aos modelos e à modelação.
5. *Colocação e resolução de problemas*, que implica a colocação e a formulação de problemas que transcendem amplamente a reprodução de problemas padronizados e anteriormente praticados, de matemática pura e aplicada; a resolução desses mesmos problemas, invocando e utilizando não só abordagens e procedimentos padronizados, mas também processos de resolução de problemas mais originais, nos quais as conexões são estabelecidas entre diferentes áreas da matemática e diferentes modos de representação e comunicação (esquemas, tabelas, gráficos, palavras, desenhos). Também implica a reflexão sobre estratégias e resoluções.

6. *Representação*, que implica a decodificação, a codificação e a interpretação de representações familiares e menos familiares de objetos matemáticos; escolher diferentes formas de representação de situações e de objetos matemáticos, e alternar entre essas formas, bem como traduzir e distinguir diferentes formas de representação. Implica, ainda, a combinação criativa de representações e a invenção de representações não padronizadas.
7. *Uso da linguagem e de operações simbólicas, formais e técnicas*, que implica a decodificação e a interpretação de linguagem simbólica e formal, praticada em situações e contextos desconhecidos, e a utilização de afirmações e de expressões que contêm símbolos e fórmulas, incluindo o uso de variáveis, a resolução de equações e cálculos. Também implica a capacidade de lidar com afirmações e expressões complexas e com linguagem não familiar, simbólica ou formal, percebendo e traduzindo essa linguagem para a linguagem natural e vice-versa.
8. *Uso de meios auxiliares e de instrumentos*, que implica conhecer e ser capaz de usar meios auxiliares e instrumentos, familiares ou não, em contextos, situações e modos que diferem daqueles em que a sua utilização foi inicialmente apresentada e praticada. Também implica conhecer as limitações dos meios auxiliares e dos instrumentos.

Descritores-chave: raciocínio avançado, argumentação, abstração, generalização e modelagem aplicada a novos contextos.

ANEXO I X

Países que Participaram das Edições do PISA de 2000 a 2009

Países participantes no PISA 2000: *Membros da OCDE:* Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Coréia, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia e Suíça. *Não Membros da OCDE:* Brasil, Letônia, Liechtenstein e Federação Russa.

Países participantes no PISA 2003: *Membros da OCDE:* Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Coréia, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Hungria, Irlanda, Islândia, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República da Eslováquia, Suécia, Suíça, Turquia. *Não membros da OCDE:* Brasil, Federação Russa, Hong Kong-China, Indonésia, Letônia, Liechtenstein, Macau-China, Sérvia e Montenegro, Tailândia, Tunísia, Uruguai.

Países participantes no PISA 2006: *Membros da OCDE:* Alemanha, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Coréia, Dinamarca, Eslováquia, Espanha, Estados Unidos, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Islândia, Irlanda, Itália, Japão, Luxemburgo, México, Noruega, Nova Zelândia, Países Baixos, Polônia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Suécia, Suíça, Turquia. *Não membros da OCDE:* Uruguai, Argentina, Azerbaijão, Bulgária, Colômbia, Hong Kong-China, Indonésia, Liechtenstein, Macau-China, Sérvia, Tailândia, República da Croácia, Brasil, Eslovênia, Qatar, Romênia, Chile, Israel, Federação Russa, Letônia, Estônia, Jordânia, Lituânia, Montenegro, Quirguistão, Taipei-China, Tunísia.

Países participantes no PISA 2009: em 2009 mais nove países aderiram ao programa, totalizando 66 participantes. Entre os novos participantes do Pisa 2009 encontram-se: Albânia, Cazaquistão, Singapura, Dubai (Emirados Árabes Unidos), Panamá, Peru, Trinidad Tobago e Xangai-China.

ANEXO X

Comparação entre o desempenho de cada país nas quatro escalas de Matemática:

A Tabela abaixo mostra para cada país a comparação entre seu desempenho nas quatro escalas de matemática: escala de matemática/espço e forma (indicada abaixo como M1); escala de matemática/mudanças e relações (indicada abaixo como M2); escala de matemática/quantidade (indicada abaixo como M3); e escala de matemática/indeterminação (indicada abaixo como M4). A tabela mostra os pontos fortes relativos do desempenho do país nas quatro escalas: *i*) as setas indicam a relação entre o desempenho em duas escalas, apontando para o “mais forte” das duas, utilizando um nível de confiabilidade de 95%; *ii*) os círculos indicam que a posição relativa do país nas duas escalas não apresenta diferenças estatisticamente significativas no nível de confiabilidade de 95%; e *iii*) as células em branco significam que não é possível fazer nenhuma inferência entre os desempenhos nessas escalas com nível de confiabilidade de 95% (OCDE, 2005c, p. 318).

Comparações de desempenho entre as quatro escalas de matemática

M1: escala de matemática/ espaço e forma					M2: escala de matemática/ mudanças e relações					M3: escala de matemática/quantidade					M4: escala de matemática/ indeterminação				
Alemanha	M1	M2	M3	M4	Austria	M1	M2	M3	M4	Áustria	M1	M2	M3	M4	Bélgica	M1	M2	M3	M4
	M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
Coreia do Sul	M1	M2	M3	M4	Dinamarca	M1	M2	M3	M4	Eslovênia	M1	M2	M3	M4	Espanha	M1	M2	M3	M4
	M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
Finlândia	M1	M2	M3	M4	França	M1	M2	M3	M4	Grécia	M1	M2	M3	M4	Holanda	M1	M2	M3	M4
	M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
Irlanda	M1	M2	M3	M4	Islândia	M1	M2	M3	M4	Itália	M1	M2	M3	M4	Japão	M1	M2	M3	M4
	M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
México	M1	M2	M3	M4	Noruega	M1	M2	M3	M4	Nova Zelândia	M1	M2	M3	M4	Polónia	M1	M2	M3	M4
	M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
República Checa	M1	M2	M3	M4	Suécia	M1	M2	M3	M4	Suíça	M1	M2	M3	M4	Turquia	M1	M2	M3	M4
	M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
Federação Russa	M1	M2	M3	M4	Hong Kong (China)	M1	M2	M3	M4	Indonésia	M1	M2	M3	M4	Letônia	M1	M2	M3	M4
	M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
Macau (China)	M1	M2	M3	M4	Sérvia	M1	M2	M3	M4	Tailândia	M1	M2	M3	M4	Turquia	M1	M2	M3	M4
	M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
Uruguai	M1	M2	M3	M4	Líchtenstein	M1	M2	M3	M4	Uruguai	M1	M2	M3	M4	Uruguai	M1	M2	M3	M4
	M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1		M4	M3	M2	M1
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^
	^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^		^	^	^	^

ANEXO XI

Proficiências Médias em Matemática dos Alunos da 8ª Série
Escolas Públicas – Brasil e Minas Gerais

	2003	2005	2007	2009	2011
	SAEB	SAEB	Prova Brasil	Prova Brasil	Prova Brasil
Brasil	237,01	231,62	240,33	241,06	245,35
Minas Gerais	244,99	248,67	252,44	256,80	264,40