



Glauco da Silva Aguiar

**Estudo Comparativo entre Brasil e Portugal, sobre
Diferenças nas Ênfases Curriculares de Matemática, a
partir da Análise do Funcionamento Diferencial do Item
(DIF) do PISA 2003**

Tese de Doutorado

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação da PUC-Rio como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientador: Francisco Creso J. Franco

Co-orientador: Tufi Machado Soares

Rio de Janeiro

Julho de 2008



Glauco da Silva Aguiar

“Estudo comparativo entre Brasil e Portugal, sobre diferenças nas ênfases curriculares de Matemática, a partir da análise do Funcionamento Diferencial do Item (DIF) do PISA 2003”

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor pelo Programa de Pós Graduação em Educação do Departamento de Educação do Centro de Teologia e Ciências Humanas da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Francisco Creso Junqueira Franco Jr.

Orientadora
PUC-Rio

Prof. Tufi Machado Soares

Co-Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a Alicia Maria Catalano de Bonamino

Presidente
PUC-Rio

Prof^a. Maria Isabel Ramalho Ortigão

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof^a. Mônica Rabello de Castro

Universidade Estácio de Sá

Prof. Wagner Bandeira Andriola

Universidade Federal do Ceará

Prof. PAULO FERNANDO CARNEIRO DE ANDRADE

Coordenador Setorial do Centro de Teologia e Ciências Humanas
PUC-Rio

Rio de Janeiro, 07 de Julho de 2008.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização do autor, do orientador e da universidade.

Glauco da Silva Aguiar

Licenciado em Matemática pela UERJ em 1991. Mestre em Educação pela PUC-Rio em 2001. Desde 2004 é Pesquisador-Assistente no Laboratório de Avaliação da Educação da PUC-Rio que realiza pesquisas sobre temas relacionados à política educacional, avaliação, eficácia, eqüidade e desigualdades educacionais. É Professor de Matemática da Educação Básica do Sistema Colégio Militar do Brasil.

Ficha Catalográfica

Aguiar, Glauco da Silva

Estudo comparativo entre Brasil e Portugal, sobre diferenças nas ênfases curriculares de Matemática, a partir da análise do Funcionamento Diferencial do Item (DIF) do PISA 2003 / Glauco da Silva Aguiar; orientador: Francisco Creso Junqueira Franco Jr. – Rio de Janeiro: PUC; co-orientador: Tufi Machado Soares – Juiz de Fora: UFJF, Departamento de Educação, 2008.

246 f.; 30 cm

Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Educação.

Inclui referências bibliográficas.

1. Educação – Teses. 2. Funcionamento Diferencial do Item (DIF). 3. Educação Matemática. 4. Currículo. 5. PISA. 6. Estudos Comparativos. I. Franco, Francisco Creso Junqueira II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Educação. III. Título.

CDD: 370

Para

Heroíso e Mercedes

Pais de 12 filhos que, a despeito das dificuldades, com elegância e simplicidade, fizeram da Educação seu maior legado.

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador, Creso Franco, pela orientação, confiança e incentivo nos meus momentos de dificuldades e na viabilização da pesquisa...

Ao Tufi, pela orientação nos árduos caminhos da Estatística e pela paciência com que me proporcionou novos conhecimentos e reflexões para a realização deste estudo...

À Alicia Bonamino, querida professora e amiga, pelas inúmeras palavras de conforto e apoio...

À Fátima Cristina, pela amizade, companheirismo e apoio nos momentos cruciais...

À Isabel Ortigão pela longa amizade e reflexões no campo da Educação Matemática...

Aos companheiros do LAED, especialmente Elisangela, Fernanda e Sibebe, por compartilharem suas experiências e pela amizade e solidariedade que marcaram nosso convívio...

Aos professores do Departamento de Educação da PUC-Rio, pela contribuição para que eu ampliasse meu olhar sobre a Educação e a vida...

Ao pessoal da Secretaria do Departamento de Educação, Geneci, Neiva, Patrícia, Janaína, Sandra e Marcelo, pela presteza e boa vontade nas inúmeras vezes que me atenderam...

Aos amigos do CAED, Lina Kátia, Eleuza, Ailton e Wellington, pela ajuda, discussões enriquecedoras e apoio nas idas à Juiz de Fora...

Ao General Ney, presidente da Fundação Osório, Cel Alonso, coordenador técnico e Profª Suely, diretora pedagógica, pela possibilidade de realização d curso...

Aos amigos professores da Fundação Osório, em especial a Lusmena, Luciana, Regina Carrasco, Ana Lúcia, João Luis, Isaias, Heloisa, Olga, Ana Luiza e Nazaré, pela força e boa vontade em suprir minhas ausências...

Ao Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira pela disponibilização dos itens do PISA 2003 ...

À Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, pela ajuda concedida, sem a qual este trabalho não seria possível...

A minha numerosa família, pela torcida, incentivo, apoio e, sobretudo, muito amor...

...muito obrigado!!

Resumo

Aguiar, Glauco; Franco, Francisco Creso Junqueira; Soares, Tufi Machado. **Estudo Comparativo entre Brasil e Portugal, sobre Diferenças nas Ênfases Curriculares de Matemática, a partir da Análise do Funcionamento Diferencial do Item (DIF) do PISA 2003.** Rio de Janeiro, 2008. 246 p. Tese de Doutorado – Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este estudo compara as diferenças nas ênfases curriculares em Matemática no Brasil e Portugal a partir dos resultados do Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes (PISA) no ano de 2003. Deste programa participam jovens de 15 anos de idade dos países membros da Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e também de países convidados em uma perspectiva de avaliar habilidades e conhecimentos requeridos para uma atuação efetiva na sociedade. Com base na literatura sobre currículo a ensinar, ensinado e aprendido, o estudo parte do pressuposto que os resultados de diversos países em avaliações internacionais constituem-se uma estratégia para a análise do currículo aprendido e das ênfases pedagógicas na área da Matemática. O trabalho utiliza como metodologia a análise do Funcionamento Diferencial do Item (DIF) para identificar as diferenças curriculares, como também de abordagens pedagógicas e socioculturais. Um item apresenta funcionamento diferencial quando, alunos de diferentes países que possuem a mesma habilidade cognitiva, não têm a mesma probabilidade de acertarem o item. Os resultados mostram que alguns itens de Matemática apresentam funcionamento diferencial entre alunos brasileiros e portugueses. Os aspectos que explicam este funcionamento diferencial estão relacionados com ênfases diferenciadas não apenas em determinados conteúdos da Matemática, mas também de processos cognitivos e do formato do item.

Palavras chave

Funcionamento Diferencial do Item (DIF); Educação Matemática; Currículo; PISA; Estudos Comparativos.

Abstract

Aguiar, Glauco; Franco, Francisco Creso Junqueira; Soares, Tufi Machado. **A Comparative Study among Brazil and Portugal about the Differences in the Curricular Emphases in Mathematics using the Analysis of the Differential Item Functioning (DIF) from PISA 2003.** Rio de Janeiro, 2008. 246 p. Thesis – Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This study compares the differences in the curricular emphases in mathematics in Brazil and Portugal using the results from the Programme for International Student Assessment (PISA) in 2003. The participants of this programme are 15-year-old students from the member countries of the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and from partner countries. Its aim is to assess how these students master the essential skills and knowledge to meet real-life challenges. Based on the existing literature about the official, taught and learned curricula, this study assumes that the results of several countries in international surveys constitute a strategy for analysing the learned curriculum and the pedagogical emphases in the mathematical area. The methodology used in this work to identify the curricular differences as well as the pedagogical and sociocultural approaches is the analysis of the Differential Item Functioning (DIF). One item presents a differential functioning when students from different countries, who have the same cognitive ability, do not have the same probability of answering the item correctly. The results show that some mathematics items present differential functioning between Brazilian and Portuguese students. The aspects that explain this differential functioning are related to differential emphases not only on certain mathematics contents but also on the cognitive processes and on the item format.

Keywords

Differential Item Functioning (DIF); Mathematics Education; Curriculum; PISA; Comparative Studies.

SUMÁRIO

1. Introdução.....	17
2. Avaliação e Currículo.....	26
2.1 Os Currículos: oficial, ensinado e aprendido.....	27
2.2 As Avaliações Educacionais em Larga Escala	31
2.3 O Funcionamento Diferencial do Item (DIF).....	40
2.3.1 Contexto Histórico.....	41
2.3.2 Definição.....	44
2.3.3 Diferentes Tipos de DIF no Âmbito da TRI.....	46
2.3.4 Métodos de Investigação de DIF.....	49
2.3.4.1 Regressão Logística.....	52
2.3.4.2 Mantel-Haenszel.....	52
2.3.4.3 Abordagem Integrada.....	55
2.3.5 Alguns Estudos de DIF.....	57
3. Descrevendo o PISA.....	64
3.1 Características do PISA.....	65
3.2 O Que é Avaliado no PISA.....	68
3.3 A Escala de Proficiência do PISA.....	71
3.3.1 Os Níveis de Proficiência em Matemática do PISA.....	72
4. Resultados da Avaliação Internacional PISA- 2003.....	79
4.1 Desempenho dos Alunos – Letramento em Matemática... ..	80
4.2 Buscando Explicar o Problema.....	85
4.2.1 Distorção Idade-série e as Diferenças no Desempenho.....	87
4.2.2 Relação Desempenho X Nível Socioeconômico e Cultural.....	90
4.3 Apresentação dos Itens de Matemática: características e resultados.....	93
4.3.1 Itens da Subárea Espaço e Forma.....	93
4.3.2 Itens da Subárea Mudança e Relações.....	99
4.3.3 Itens da Subárea Incerteza.....	109
4.3.4 Itens da Subárea Quantidade.....	118

5. Resultados das Análises de DIF.....	124
5.1 Investigando os Itens que Apresentaram DIF.....	124
5.1.1 Estimação dos Parâmetros e das Proficiências.....	126
5.2 Explorando as Características dos Itens Associadas ao DIF.....	128
5.2.1 Subáreas da Matemática: as evidências sobre o DIF associadas a “Quantidade” versus “Mudança e Relações”.....	131
5.2.2 Contexto de Aplicação: as evidências sobre o DIF associadas ao contexto “Científico” versus “Pessoal”.....	154
5.2.3 Processos: as evidências sobre o DIF associadas a “Reprodução” versus “Conexão”.....	159
5.2.4 Tamanho do Enunciado: as evidências sobre o DIF associadas ao “Tamanho do Enunciado”.....	170
5.3 Resumo das Hipóteses Formuladas para a Explicação do DIF.....	171
5.4 Resultados da Abordagem Integrada.....	173
6. Considerações Finais.....	183
7. Bibliografia	190
8. Apêndices e Anexos	197

Lista de Tabelas e Quadros

Tabelas

Tabela 1 - Freqüências Observadas de Respostas a um Item Hipotético.....	53
Tabela 2 - Classificação de Magnitude do Funcionamento Diferencial.....	55
Tabela 3 - Composição dos Cadernos de Prova.....	68
Tabela 4 - Proficiência em Matemática e Definições dos Níveis na Escala do PISA.....	73
Tabela 5 - Desempenho Médio nas Sub-escalas do Letramento em Matemática.....	83
Tabela 6 - Desempenho dos Alunos na Escala Global de Letramento em Matemática – Porcentagem dos Alunos por Nível de Proficiência.....	86
Tabela 7 - Desempenho dos Alunos na Sub-escala do Letramento em Matemática – ESPAÇO E FORMA – Porcentagem dos Alunos por Nível de Proficiência.....	94
Tabela 8 - Desempenho dos Alunos na Sub-escala do Letramento em Matemática – MUDANÇA E RELAÇÕES – Porcentagem dos Alunos por Nível de Proficiência.....	99
Tabela 9 - Desempenho dos Alunos na Sub-escala do Letramento em Matemática – INCERTEZA – Porcentagem dos Alunos por Nível de Proficiência.....	109
Tabela 10 - Desempenho dos Alunos na Sub-escala do Letramento em Matemática – QUANTIDADE – Porcentagem dos Alunos por Nível de Proficiência.....	118
Tabela 11 - Itens com DIF, segundo a Subárea da Matemática.....	131
Tabela 12 - Itens com DIF, segundo o Contexto.....	154
Tabela 13 - Itens com DIF, segundo o Processo.....	159
Tabela 14 - Itens com DIF, segundo o Tamanho do Enunciado.....	170
Tabela 15 - Média e Desvio Padrão dos Grupos.....	174
Tabela 16 - Coeficiente da Estrutura de Regressão do DIF (Gama) DIFICULDADE.....	175
Tabela 17 - Coeficiente da Estrutura de Regressão do DIF (Gama) DISCRIMINAÇÃO.....	175
Tabela 18 - Coeficiente da Estrutura de Regressão do DIF (Gama) DIFICULDADE.....	176

Tabela 19 - Coeficiente da Estrutura de Regressão do DIF (Gama) DISCRIMINAÇÃO.....	177
Tabela 20 - Coeficiente da Estrutura de Regressão do DIF (Gama) DIFICULDADE.....	178
Tabela 21 - Coeficiente da Estrutura de Regressão do DIF (Gama) DISCRIMINAÇÃO.....	179
Tabela 22 - Coeficiente da Estrutura de Regressão do DIF (Gama) DIFICULDADE.....	180
Tabela 23 - Coeficiente da Estrutura de Regressão do DIF (Gama) DISCRIMINAÇÃO.....	181

Quadros

Quadro 1- Resumo das Dimensões Avaliadas pelo PISA em Matemática	70
Quadro 2 - Descrições Sumárias dos Seis Níveis de Proficiência em Matemática.....	75
Quadro 3 - Classificação dos Países de Acordo com o Desempenho na Escala Global de Matemática.....	81
Quadro 4 - Características do Item M145Q01 de Matemática – PISA-2003.....	95
Quadro 5 - Características do Item M555Q02 de Matemática – PISA-2003.....	96
Quadro 6 - Características do Item M266Q01 de Matemática – PISA-2003.....	97
Quadro 7 - Características do Item M547Q01 de Matemática – PISA-2003.....	98
Quadro 8 - Características do Item M150Q01 de Matemática – PISA-2003.....	100
Quadro 9 - Características do Item M150Q02 de Matemática – PISA-2003.....	101
Quadro 10 - Características do Item M150Q03 de Matemática – PISA-2003.....	101
Quadro 11 - Características do Item M402Q01 de Matemática – PISA-2003.....	102
Quadro 12 - Características do Item M402Q02 de Matemática – PISA-2003.....	103
Quadro 13 - Características do Item M413Q01 de Matemática – PISA-2003.....	103
Quadro 14 - Características do Item M413Q02 de Matemática – PISA-2003.....	103
Quadro 15 - Características do Item M413Q03 de Matemática – PISA-2003.....	103
Quadro 16 - Características do Item M124Q01 de Matemática – PISA-2003.....	105
Quadro 17 - Características do Item M124Q03 de Matemática – PISA-2003.....	105

Quadro 18 - Características do Item M704Q01 de Matemática – PISA-2003.....	106
Quadro 19 - Características do Item M704Q02 de Matemática – PISA-2003.....	107
Quadro 20 - Características do Item M806Q01 de Matemática – PISA-2003.....	108
Quadro 21 - Características do Item M467Q01 de Matemática – PISA-2003.....	110
Quadro 22 - Características do Item M509Q01 de Matemática – PISA-2003.....	111
Quadro 23 - Características do Item M468Q01 de Matemática – PISA-2003.....	112
Quadro 24 - Características do Item M179Q01 de Matemática – PISA-2003.....	113
Quadro 25 - Características do Item M438Q01 de Matemática – PISA-2003.....	114
Quadro 26 - Características do Item M438Q02 de Matemática – PISA-2003.....	114
Quadro 27 - Características do Item M505Q01 de Matemática – PISA-2003.....	115
Quadro 28 - Características do Item M513Q01 de Matemática – PISA-2003.....	116
Quadro 29 - Características do Item M702Q01 de Matemática – PISA-2003.....	117
Quadro 30 - Características do Item M484Q01 de Matemática – PISA-2003.....	119
Quadro 31 - Características do Item M520Q01 de Matemática – PISA-2003.....	120
Quadro 32 - Características do Item M520Q02 de Matemática – PISA-2003.....	121
Quadro 33 - Características do Item M520Q03 de Matemática – PISA-2003.....	121
Quadro 34 - Características do Item M510Q01 de Matemática – PISA-2003.....	122
Quadro 35 - Itens que Apresentaram DIF entre Brasil e Portugal.....	129
Quadro 36 - Resumo das Características dos Itens com DIF.....	172

Lista de Gráficos

Gráfico 1- Médias de Proficiências em Matemática – BRASIL – 1995-2005.....	36
Gráfico 2 - Distribuição das Escolas por Região.....	66
Gráfico 3 - Distribuição Percentual de Alunos por Ano de Estudo.....	66
Gráfico 4 - Evolução dos Desempenhos em Matemática no PISA.....	82
Gráfico 5 - Desempenho Médio na Escala Global de Letramento em Matemática, por Ano de Escolaridade - BRASIL.....	88
Gráfico 6 - Desempenho Médio na Escala Global de Letramento em Matemática, por Ano de Escolaridade – PORTUGAL.....	89
Gráfico 7 - Impacto do Nível Socioeconômico e Cultural na Proficiência Média em Matemática.....	92
Gráfico 8 - Informações e CCI do Item M145Q01T.....	128
Gráfico 9 - Curva Característica do Item M484Q01T.....	133
Gráfico 9ª - Curva Característica do Item M484Q01T.....	134
Gráfico 10 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M484Q01T.....	135
Gráfico 11 - Percentual de Acerto – Opção Correta. do Item M484Q01T.....	135
Gráfico 12 - Curva Característica do Item M806Q01T.....	137
Gráfico 12ª - Zoom da Curva Característica do Item M806Q01T.....	137
Gráfico 13 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M806Q01T.....	138
Gráfico 14 - Curva Característica do Item M520Q02.....	139
Gráfico 14ª - Zoom da Curva Característica do Item M520Q02.....	140
Gráfico 15 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M520Q02.....	141
Gráfico 16 - Curva Característica do Item M413Q01.....	143
Gráfico 16ª - Zoom da Curva Característica do Item M413Q01.....	143
Gráfico 17 - Curva Característica do Item M413Q02.....	144
Gráfico 17ª - Zoom da Curva Característica do Item M413Q02.....	144

Lista de Gráficos

Gráfico 18 - Curva Característica do Item M413Q03T.....	145
Gráfico 18 ^a - Zoom da Curva Característica do Item M413Q03T.....	145
Gráfico 19 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M413Q01.....	146
Gráfico 20 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M413Q02.....	146
Gráfico 21 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M413Q03T.....	146
Gráfico 22 - Curva Característica do Item M150Q03T.....	148
Gráfico 22 ^a - Zoom da Curva Característica do Item M150Q03T.....	149
Gráfico 23 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M150Q03T.....	149
Gráfico 24 - Curva Característica do Item M155Q01.....	151
Gráfico 24 ^a - Zoom da Curva Característica do Item M155Q01.....	151
Gráfico 25 - Curva Característica do Item M155Q02T.....	152
Gráfico 25 ^a - Zoom da Curva Característica do Item M155Q02T.....	152
Gráfico 26 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M155Q01.....	153
Gráfico 27 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M155Q02T.....	153
Gráfico 28 - Curva Característica do Item M505Q01.....	156
Gráfico 28 ^a - Zoom da Curva Característica do Item M505Q01.....	156
Gráfico 29 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M505Q01.....	157
Gráfico 30 - Curva Característica do Item M438Q01.....	161
Gráfico 30 ^a - Zoom da Curva Característica do Item M438Q01.....	161
Gráfico 31 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M438Q01.....	162
Gráfico 32 - Curva Característica do Item M547Q01T.....	163
Gráfico 32 ^a - Zoom da Curva Característica do Item M547Q01T.....	164
Gráfico 33 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M547Q01T.....	164

Lista de Gráficos

Gráfico 34 - Curva Característica do Item M179Q01T.....	166
Gráfico 34 ^a - Zoom da Curva Característica do Item M179Q01T.....	166
Gráfico 35 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M179Q01T.....	167
Gráfico 36 - Curva Característica do Item M438Q02.....	168
Gráfico 36 ^a - Zoom da Curva Característica do Item M438Q02.....	169
Gráfico 37 - Ajuste do Modelo e CCI do Item M438Q02.....	169

Lista de Figuras

Figura 1 - Curva Característica do Item.....	46
Figura 2 - Modelo Logístico de 3 Parâmetros.....	47
Figura 3 - Representação de um Item com DIF Uniforme.....	48
Figura 4 - Representação de um Item com DIF Não-Uniforme.....	49
Figura 5 - Lista dos Países que Participaram do PISA – 2003.....	65