

Nara Núbia Vieira

**AS PROVAS DAS QUATRO ÁREAS DO ENEM VISTAS  
COMO PROVA ÚNICA NA ÓTICA DE MODELOS DA  
TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM UNI E  
MULTIDIMENSIONAL**

Dissertação submetida ao Programa  
de Pós-Graduação em Métodos e Ges-  
tão em Avaliação para a obtenção do  
Grau de Mestre em Métodos e Gestão  
em Avaliação da Educação.  
Orientador: Prof. Pedro Alberto Bar-  
betta Dr.  
Universidade Federal de Santa Cata-  
rina

Florianópolis

2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Vieira, Nara Núbia

As Provas das Quatro Áreas do Enem Vistas como Prova Única na Ótica de Modelos da Teoria da Resposta ao Item e Multidimensional / Nara Núbia Vieira ; orientador, Pedro Alberto Barbetta - Florianópolis, SC, 2016.  
109 p.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Métodos e Gestão em Avaliação.

Inclui referências

1. Métodos e Gestão em Avaliação. 2. Teoria da resposta ao item multidimensional (TRIM). 3. Dimensionalidade. 4. Exame nacional do ensino médio. 5. Posicionamento de itens. I. Barbetta, Pedro Alberto. II, Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Métodos e Gestão em Avaliação. III. Título.

Nara Núbia Vieira

**AS PROVAS DAS QUATRO ÁREAS DO ENEM VISTAS  
COMO PROVA ÚNICA NA ÓTICA DE MODELOS DA  
TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM UNI E  
MULTIDIMENSIONAL**

Esta Dissertação foi julgada aprovada para a obtenção do Título de “Mestre em Métodos e Gestão em Avaliação da Educação”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Métodos e Gestão em Avaliação.

Florianópolis, 13 de junho 2016.

---

Prof. Renato Cislighi Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Pedro Alberto Barbetta Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina  
Orientador

---

Prof. Adriano Ferreti Borgatto Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



À minha família.



## AGRADECIMENTOS

À minha família que com muito carinho e apoio sempre me deu força, em especial ao Carlos Eduardo pela paciência e compreensão. Ao professor orientador Pedro Alberto Barbetta por todo conhecimento passado, pelo incentivo e dedicação. A todos os professores que fizeram parte da minha formação por sua experiência e maestria. Aos colaboradores do Inep e da Ufsc que deram suporte para que isso fosse possível. Aos colegas de sala por todas as ajudas e trocas de informações. E aos amigos do Inep que colaboraram com palavras de estímulo e discussões enriquecedoras.





## RESUMO

Este trabalho usou a Teoria da Resposta ao Item Uni e Multidimensional (TRI e TRIM, respectivamente) para estudar o Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) de 2012 como prova única com 180 itens com o objetivo de verificar como os avaliados, os itens e as áreas do conhecimento se interagem. Primeiramente, ajustou-se aos dados um modelo unidimensional observando que, em termos matemáticos, pode-se gerar uma medida unidimensional de proficiência, e que esta medida é bem representada pela média aritmética das notas das quatro provas objetivas calculadas pelo Inep. Em seguida, ao verificar as possíveis dimensões da prova, foi observado que se destacaram dois traços latentes: raciocínio lógico e leitura e interpretação de textos. Ensaios com mais de duas dimensões foram feitos, mas os modelos não pareceram apontar claramente para alguma outra característica interpretável do teste. Por fim, os itens de alguns modelos foram posicionados na mesma escala de proficiência dos avaliados para analisar como cada uma das áreas do conhecimento interage em relação aos traços latentes.

**Palavras-chave:** Teoria da Resposta ao Item Multidimensional (TRIM). Dimensionalidade. Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Posicionamento de Itens.



## ABSTRACT

This research used the Unidimensional and Multidimensional Item Response Theory (IRT and MIRT, respectively) to study the Brazilian high school national exam (Enem) from 2012 as a single test with 180 items in order to verify how the students, items and the areas of knowledge interact. First, a unidimensional model was fitted to the data and it was pointed out that, in mathematical terms, it is possible to create a unidimensional proficiency measure, and this measure is well represented by the simple average of the four proficiency tests calculated by Inep. Then, observing the possible exam dimensions, it was verified that two latent traits were highlighted: logical thinking and reading and text interpretation. Essays with more than two dimensions were done, but the models didn't appear to clearly point to some other interpretable test characteristic. Finally, some model's items were positioned in the same students proficiency scale to analyze how each one of the areas of knowledge interacts with the latent traits.

**Keywords:** Multidimensional Item Response Theory (MIRT). Dimensionality. Enem. Item Positioning.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Curva Característica de um Item com Parâmetro $a = 1, 5$ , $b = 1$ e $c = 0, 2$ .....	39
Figura 2	Esquema comparativos dos modelos usados nesta dissertação.....	42
Figura 3	Superfície de probabilidade de acerto do item 92 de LC que possui os seguintes parâmetros: $a_1 = 0, 87$ , $a_2 = 1, 57$ , $c = 0, 19$ e $d = -1, 41$ .....	45
Figura 4	<i>Screeplot</i> variância explicada pelo número de dimensões	48
Figura 5	<i>Boxplots</i> comparativos dos valores de $a$ entre as áreas do conhecimento .....	50
Figura 6	<i>Boxplots</i> comparativos dos valores de $b$ entre as áreas do conhecimento .....	51
Figura 7	<i>Boxplots</i> comparativos dos valores de $c$ entre as áreas do conhecimento .....	51
Figura 8	Diagrama de dispersão entre a proficiência considerando uma prova única e a média das quatro proficiências estimadas pelo Inep.....	53
Figura 9	Curva de informação da prova agregada das quatro áreas.	54
Figura 10	DIC pelo número de dimensões .....	69
Figura 11	Item 100 da prova de LC do caderno amarelo. ....	71
Figura 12	Item 140 da prova de MT do caderno amarelo.....	72
Figura 13	Item 35 da prova de CH do caderno azul.....	72
Figura 14	Posição dos itens que possuem valores de $a$ maiores que 0,7 e menores que 2,5 segundo valores de $\theta$ , por área de conhecimento.....	73
Figura 15	Posição de alguns itens segundo valores de $\theta_1$ e $\theta_2$ , por área de conhecimento do item. ....	74
Figura 16	Item 14 da prova de Ciências Humanas do caderno azul.	75
Figura 17	Item 57 da prova de Ciências da Natureza do caderno azul. ....	76
Figura 18	Item 146 da prova de Matemática do caderno amarelo..	77
Figura 19	Posição de alguns itens segundo valores de $\theta_2$ e $\theta_3$ , por área de conhecimento do item. ....	79



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Tabela relacional das áreas do conhecimento e componentes curriculares das provas do Enem.....	28
Tabela 2	Itens com valores de $a$ , $b$ ou $c$ que sugerem problemas na calibração.....	49
Tabela 3	Média e Desvio Padrão dos parâmetros $a$ , $b$ e $c$ .....	52
Tabela 4	Número e percentual de acertos dos alunos $x$ e $y$ por prova.....	53
Tabela 5	Itens com valores em módulo altos de $a_1$ , $a_2$ , $b$ ou $c$ e de seus respectivos EP no modelo bidimensional.....	56
Tabela 6	Carga fatorial dos itens para o modelo bidimensional... ..	57
Tabela 7	Carga fatorial dos itens da prova de CN por componente curricular.....	58
Tabela 8	Carga fatorial dos itens das provas de CH e CN para o modelo multidimensional de quatro fatores.....	60
Tabela 9	Carga fatorial dos itens das provas de LC e MT para o modelo multidimensional de quatro fatores.....	61
Tabela 10	Correlação dos fatores do modelo de quatro dimensões.	62
Tabela 11	Itens da dimensão que representa proficiência em CH com valores de $a_1$ , $b$ ou $c$ que sugerem problemas na calibração ...	63
Tabela 12	Item da dimensão que representa proficiência em CN com valores de $a_2$ , $b$ ou $c$ que sugerem problemas na calibração ...	63
Tabela 13	Itens da dimensão que representa proficiência em LC com valores de $a_3$ , $b$ ou $c$ que sugerem problemas na calibração ...	63
Tabela 14	Item da dimensão que representa proficiência em MT com valores de $a_4$ , $b$ ou $c$ que sugerem problemas na calibração ...	63
Tabela 15	Carga fatorial dos itens para o modelo tetradimensional, sendo cada fator para uma área específica.....	64
Tabela 16	Carga fatorial dos itens para o modelo bifatorial. ....	66
Tabela 17	Valores de $2 \times \ln(\text{RB})$ para cada comparação entre modelos.....	67
Tabela 18	Valores de DIC por número de dimensão dos modelos..	68
Tabela 19	Posição de alguns itens segundo valores de $\theta_1$ , $\theta_2$ , $\theta_3$ e $\theta_4$	78
Tabela 20	Parâmetros dos itens do modelo unidimensional.....	89
Tabela 21	Parâmetros dos itens do modelo bidimensional.....	91

Tabela 22	Parâmetros dos itens do modelo de quatro dimensões. .	93
Tabela 23	Parâmetros dos itens do modelo de quatro dimensões por análise fatorial confirmatória.....	96
Tabela 24	Parâmetros dos itens do modelo bifatorial.....	98
Tabela 25	Escala do modelo unidimensional por níveis âncoras....	105



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TRI	Teoria da Resposta ao Item .....	21
Saeb	Sistema de Avaliação da Educação Brasileira .....	21
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira .....	21
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio .....	21
MEC	Ministério da Educação .....	21
IES	Instituição de Educação Superior .....	22
CH	Ciências Humanas e suas Tecnologias .....	28
CN	Ciências da Natureza e suas Tecnologias .....	28
LC	Linguagens, Códigos e suas Tecnologias .....	28
RD	Redação .....	28
MT	Matemática e suas Tecnologias .....	28
TCT	Teoria Clássica dos Testes .....	34
TRIM	Teoria da Resposta ao Item Multidimensional .....	39
AFIC	Análise Fatorial de Informação Completa .....	40
DIC	Critério de Informação da Deviance .....	43
EAP	Estimação pela Média da Distribuição a Posteriori .....	47
EP	Erro padrão .....	49
QMCEM	Quasi-Monte Carlo EM .....	56
RB	Razão de Bayes .....	67



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	21
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO .....	21
1.2 OBJETIVOS .....	22
1.2.1 Objetivo Geral .....	22
1.2.2 Objetivos específicos .....	22
1.3 JUSTIFICATIVA .....	22
1.4 DELIMITAÇÃO .....	23
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	25
2.1 AVALIAÇÕES EDUCACIONAIS E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO .....	25
2.2 EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO .....	26
2.3 TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM EM AVALIAÇÕES DE LARGA ESCALA .....	29
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	33
3.1 TEORIA CLÁSSICA DOS TESTES .....	34
3.2 TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM .....	36
3.3 TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM MULTIDIMENSIONAL .....	39
3.4 MÉTODOS DE COMPARAÇÃO DE MODELOS .....	42
3.5 SUBSÍDIOS PARA INTERPRETAR ESCALAS .....	43
<b>4 APLICAÇÃO DE MODELOS UNI E MULTIDIMENSIONAIS AO ENEM</b> .....	47
4.1 ANÁLISE DA PROVA AGREGADA POR MODELO UNIDIMENSIONAL .....	47
4.1.1 Dimensionalidade .....	47
4.1.2 Calibração .....	48
4.1.3 Comparação de resultados da prova agregada com a prova separada por áreas do conhecimento .....	52
4.2 ANÁLISES POR MODELOS MULTIDIMENSIONAIS .....	55
4.2.1 Análise das proficiências encontradas em um modelo de duas dimensões .....	56
4.2.2 Análise das proficiências encontradas em um modelo de quatro dimensões .....	59
4.2.3 Avaliação das diferentes áreas do conhecimento .....	62
4.2.4 As quatro dimensões e um fator geral .....	65
4.3 ESTUDO DA DIMENSIONALIDADE COMPARANDO MODELOS DA TRI .....	67
<b>5 ANÁLISE EMPÍRICA DOS MODELOS AJUSTADOS</b> .....	71

<b>5.0.1</b>	<b>Estudo da escala do modelo unidimensional . . . . .</b>	<b>71</b>
<b>5.0.2</b>	<b>Posicionamento de itens no plano de dois fatores . . .</b>	<b>74</b>
<b>5.0.3</b>	<b>Análise do modelo de quatro dimensões . . . . .</b>	<b>77</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>81</b>
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>83</b>
	<b>ANEXO A – Parâmetros dos itens dos modelos apresen-</b>	
	<b>tados . . . . .</b>	<b>89</b>
	<b>ANEXO B – Escala por níveis âncoras . . . . .</b>	<b>105</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados a contextualização, os objetivos e as justificativa do tema dessa dissertação além das delimitações deste estudo.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Teoria da Resposta ao Item (TRI) vem sendo amplamente utilizada em avaliações educacionais de larga escala. Internacionalmente, tem-se como exemplos o Pisa (*Programme for International Student Assessment*) que usa a TRI desde 2000 e o Toefl (*Test of English as a Foreign Language*) desde 1978. No Brasil, o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB), realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), adotou a TRI em 1995 e hoje este instituto a utiliza também no Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (Encceja), Prova Brasil e Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

O Enem é de caráter voluntário e "foi criado em 1998 com o objetivo de avaliar o desempenho do estudante ao fim da educação básica, buscando contribuir para a melhoria da qualidade desse nível de escolaridade"(INEP, 2015d). No entanto, somente em 2009 que o exame passou a adotar a metodologia da TRI, a qual permite a comparabilidade dos resultados da avaliação inclusive entre diferentes edições do exame.

Ainda em 2009, o Enem começou a ser usado para o ingresso no ensino superior. Nos anos seguintes, o exame tomou proporções ainda maiores com a popularização do Sistema de Seleção Unificada (Sisu), que é um sistema informatizado gerenciado pelo Ministério da Educação (MEC), em que instituições públicas de ensino superior podem oferecer vagas a quem realizou o Enem (MEC, 2016).

O modelo da TRI utilizado hoje no Enem é o unidimensional de três parâmetros. No entanto, como este exame avalia quatro áreas do conhecimento, foram feitos quatro modelos, um para cada área.

Neste contexto, e dado que provas multidisciplinares estão sendo estudadas com modelos uni e multidimensionais de TRI (BARBETTA et al., 2014; QUARESMA, 2014), surgiu o interesse de estudar a dimensionalidade do Enem como prova única e multidisciplinar.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Identificar modelos da TRI que se ajustem bem a uma prova agregada de quatro áreas do Enem, verificando como interagem os itens, áreas de conhecimento e avaliados.

### 1.2.2 Objetivos específicos

1. Averiguar se o uso do modelo unidimensional é adequado para uma prova agregada das quatro áreas do Enem enquanto exame que aborda mais de uma área do conhecimento;
2. Estudar a dimensionalidade da prova agregada;
3. Analisar, por análise fatorial exploratória, possíveis traços latentes medidos pela prova agregada;
4. Verificar, por análise fatorial confirmatória, se cada área do conhecimento pode ser considerada uma dimensão; e
5. Entender melhor a prova em termos dos modelos ajustados a ela.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Os resultados do Enem são utilizados para ingresso em diversas Instituição de Educação Superior (IES). No entanto, seu atual formato não resulta em uma nota única, ao final do exame o avaliado recebe cinco notas: uma para cada prova objetiva e outra para a redação. Cada IES determina sua própria regra para o ingresso do aluno em relação às notas, seja "colocando peso nas notas das áreas que julgue ser mais importantes para o curso que está sendo pleiteado ou fazendo uma média aritmética simples."(INEP, 2012)

Considerando que o parâmetro  $\theta$ , que mede a proficiência do indivíduo no modelo unidimensional da TRI, pode representar uma composição de habilidades (RECKASE, 2009), este ensaio propõe verificar se a média aritmética das provas objetivas resume bem as proficiências do avaliado. O modelo unidimensional aplicado ao exame agregado, considerando as quatro provas objetivas como única, permitirá fazer essa avaliação.

Já em relação aos modelos multidimensionais, Andrade, Tavares e Valle (2000) pontuam que:

... modelos para mais de uma dimensão têm sido propostos, mas ainda não têm sido aplicados devido a não disponibilidade de recursos computacionais e também à sua maior dificuldade de interpretação. Um estudo interessante seria o da dimensionalidade da prova objetiva do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), cujos itens são elaborados a partir de situações-problema devidamente contextualizadas na interdisciplinaridade das ciências e das artes em sua articulação com o mundo em que vivemos.

Logo, como hoje se dispõem de mais recursos computacionais, buscou-se fazer um estudo para analisar quais os possíveis traços latentes utilizados no exame.

#### 1.4 DELIMITAÇÃO

Esta dissertação se limita a interpretação dos aspectos matemáticos e estatísticos da proficiência resultante dos modelos baseados na prova agregada das quatro áreas, não abordando a interpretação pedagógica das medidas. Utilizou-se a matriz de referência do Enem criada em 2009 disponível no sítio do Inep (INEP, 2009) apenas para verificar quais habilidades espera-se que um aluno domine para cada nível âncora criado para o modelo unidimensional.





## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo apresenta um histórico de avaliações educacionais no Brasil e alguns trabalhos que aplicaram a TRI a exames de larga escala.

### 2.1 AVALIAÇÕES EDUCACIONAIS E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Avaliações educacionais são comumente utilizadas para medir o desempenho escolar de estudantes. No entanto, como pontua Gatti (2002), a avaliação é

um campo abrangente que comporta subáreas, com características diferentes: avaliação de sistemas educacionais, de desempenho escolar em sala de aula, de rendimento escolar com objetivo de macroanálises, de programas, avaliação institucional e auto-avaliação.

No Brasil, a preocupação com processos avaliativos baseados em instrumentos que garantem mais objetividade surgiu na década de 60 para acesso ao ensino superior através de vestibulares. Portanto, as avaliações educacionais

passam a ser mais conhecidos nas escolas de educação básica, associadas com políticas de educação que começam a privilegiar a avaliação educacional ligada à operacionalização de objetivos instrucionais e à operacionalização de competências e níveis de habilidades. (GATTI, 2002)

Gatti (2002) cita alguns órgãos públicos, instituições e centros de pesquisas que, entre as décadas de 60 e 90, tiveram interesse em estudos avaliativos, no entanto o número de profissionais na área era pequeno ao se considerar o tamanho da rede de ensino do país. Além disso, a autora pontua que os modelos quantitativos dificultaram a formação de equipes, uma vez que muitos profissionais tinham formação na área de humanidades. Desse modo, os estudos avaliativos neste período foram marcados pela descontinuidade.

Em 1987, o MEC fez uma pesquisa sobre a viabilidade de realizar uma avaliação em dez capitais brasileiras. O teste foi aplicado para as turmas de 1<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> série de escolas públicas, com provas de

português, matemática e ciências. Foi um marco nas avaliações de grande escala no país na qual se utilizou a TCT e que serviu de base para o Sistema de Avaliação da Educação Brasileira. (GATTI, 2002)

O Saeb é composto por conjunto de avaliações externas em larga escala. Seu objetivo é realizar um diagnóstico do sistema educacional brasileiro e de alguns fatores que possam interferir no desempenho do estudante, fornecendo um indicativo sobre a qualidade do ensino que é ofertado. As informações produzidas visam subsidiar a formulação, reformulação e o monitoramento das políticas na área educacional nas esferas municipal, estadual e federal, contribuindo para a melhoria da qualidade, equidade e eficiência do ensino. (INEP, 2015c)

A primeira aplicação do Saeb foi realizada pelo Inep em 1990. Em 1995, ele foi reformulado e, a partir deste ano, a metodologia utilizada passou a ser a TRI. (INEP, 2015c)

O Inep é uma autarquia federal vinculada ao MEC que possui a seguinte missão:

promover estudos, pesquisas e avaliações sobre o Sistema Educacional Brasileiro com o objetivo de subsidiar a formulação e implementação de políticas públicas para a área educacional a partir de parâmetros de qualidade e equidade, bem como produzir informações claras e confiáveis aos gestores, pesquisadores, educadores e público em geral.

Para gerar seus dados e estudos educacionais o Inep realiza levantamentos estatísticos e avaliativos em todos os níveis e modalidades de ensino. (INEP, 2015a)

Outro importante instrumento de avaliação no país é o Enem que será apresentado na seção seguinte.

## 2.2 EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

O Enem é realizado pelo Inep e foi criado em 1998. Até 2008,

tratava-se de um exame individual e de natureza voluntária, ofertado anualmente aos concluintes do ensino médio no ano da realização do

exame e aos que concluíram nos anos anteriores. Era embasado nas competências e habilidades que o estruturavam e tinha por meta principal proporcionar uma referência para autoavaliação. (COSTA, 2015)

O Exame era formado por uma prova de 63 questões de múltipla escolha e uma redação e tinham como objetivo avaliar "as competências e habilidades desenvolvidas pelos participantes ao longo da escolaridade básica, a partir de uma Matriz de Competências especialmente desenvolvida para estruturar o exame"(INEP, 2002).

A partir de 2009, o Exame adotou a metodologia da TRI para o cálculo das proficiências dos avaliados e começou a ser utilizado também como ferramenta de seleção para o ingresso no ensino superior (INEP, 2015d).

O edital da prova do Enem 2015, (INEP, 2015b), elenca as atuais finalidades dos resultados das provas, são elas:

- Compor a avaliação de medição da qualidade do Ensino Médio no País;
- Subsidiar a implementação de políticas públicas;
- Criar referência nacional para o aperfeiçoamento dos currículos do Ensino Médio;
- Desenvolver estudos e indicadores sobre a educação brasileira;
- Estabelecer critérios de acesso do participante a programas governamentais;
- Constituir parâmetros para a autoavaliação do participante, com vista à continuidade de sua formação e à sua inserção no mercado de trabalho.

Na sua reformulação, o Enem passou a ser composto por uma redação mais quatro provas objetivas, contendo cada uma 45 questões de múltipla escolha. As cinco provas avaliam as seguintes áreas do conhecimento com seus respectivos componentes curriculares (INEP, 2015b):

Tabela 1: Tabela relacional das áreas do conhecimento e componentes curriculares das provas do Enem

<b>Áreas de Conhecimento</b>	<b>Componentes Curriculares</b>
Ciências Humanas e suas Tecnologias (CH)	História, Geografia, Filosofia e Sociologia
Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CN)	Química, Física e Biologia
Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (LC) e Redação (RD)	Língua Portuguesa, Literatura, Língua Estrangeira (Inglês ou Espanhol), Artes, Educação Física e Tecnologias da Informação e Comunicação
Matemática e suas Tecnologias (MT)	Matemática

Cada uma das quatro provas objetivas passou a contar com uma matriz de referência e uma escala própria.

A interpretação pedagógica dessas escalas é importante para ampliar a compreensão do significado das proficiências e dos parâmetros de dificuldade dos itens, na medida em que busca oferecer um sentido qualitativo e pedagógico às estimativas quantitativas... o Inep definiu a utilização do modelo denominado “Mapa de Itens” para consolidar a interpretação pedagógica das escalas de proficiência do Enem. (INEP, 2016)

O modelo "Mapa de itens" é

um instrumento que permite posicionar os itens e suas descrições em uma escala de proficiência, permitindo visualizar o gradiente de complexidade apresentado pelos diferentes itens ao longo da escala. Assim, são descritos itens em diferentes pontos da escala, de modo a permitir a visualização das habilidades que os participantes do teste provavelmente já desenvolveram e daquelas que eles ainda não desenvolveram, observando-se o ponto na escala em que se localiza sua proficiência. (INEP, 2016)

Como as respostas dos avaliados são analisadas para cada área do conhecimento pela TRI, com as proficiências dessas áreas colocadas

em escalas separadamente:

Ao final, o participante receberá cinco notas, uma para cada área da prova objetiva e a nota da redação. Cada faculdade/universidade tem regras próprias para utilizar as notas de ingresso, colocando peso nas notas das áreas que julgue ser mais importantes para o curso que está sendo pleiteado ou fazendo uma média aritmética simples. (INEP, 2012)

## 2.3 TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM EM AVALIAÇÕES DE LARGA ESCALA

Avaliações educacionais de larga escala são normalmente conduzidas para coletar dados sobre sistemas educacionais, auxiliar a elaboração de currículos, subsidiar políticas públicas e auxiliar tomadas de decisões, de modo que muitas vezes é importante estabelecer uma comparabilidade das proficiências dos avaliados, portanto os procedimentos atualmente usados, em geral, são baseados na TRI (OLIVERI; DAVIER, 2011).

Em Li, Jiao e Lissitz (2012) tem-se a aplicação de modelos da TRIM para validar a estrutura e a dimensionalidade da avaliação *K-12* de ciências do quinto ano realizada no outono de 2008 em Michigan. O artigo sugere o emprego de modelos de TRI unidimensional, tetradimensional por análise fatorial confirmatória e bifatorial formado por uma dimensão dominante mais quatro subdimensões.

Os resultados indicaram que os três modelos ficaram bem ajustados; no entanto, no bifatorial as variâncias das proficiências das subdimensões foram residuais e no tetradimensional observou-se que a correlação entre as proficiências das dimensões eram superior a 0,9. Dessa forma, a pequena magnitude das subdimensões do bifatorial e a alta correlação entre as proficiências no tetradimensional apontam para possíveis evidências de um fator dominante, logo optou-se por usar o modelo unidimensional aos dados dessa avaliação (LI; JIAO; LISSITZ, 2012).

Walker e Beretvas (2003) ajustaram modelos de TRI aos dados da prova de matemática dos alunos da quarta e sétima série de 1998 da avaliação *Washington Assessment of Student Learning*, a qual se presumia multidimensionalidade, com o objetivo de comparar um modelo unidimensional com um bidimensional por análise fatorial confirmatória. Uma das dimensões do modelo bidimensional foi chamada

de proficiência geral em matemática enquanto a outra de proficiência em comunicação matemática. Já para o unidimensional descreveu-se a dimensão como uma combinação dessas duas proficiências.

Assim, observou-se que os fatores do modelo bidimensional eram altamente correlacionados o que sugere que não se perde muita informação ao se optar pelo unidimensional. Contudo, é possível identificar e interpretar os fatores do bidimensional, logo, ao se desconsiderar uma segunda dimensão, alguns alunos ficariam classificados em níveis de proficiências inadequados a eles. Por fim, os autores mencionam que ao se considerar unidimensional um exame em que se têm razões empíricas substanciais para supor a multidimensionalidade, pode-se, ainda que involuntariamente, estar aumentando o erro das proficiências estimadas (WALKER; BERETVAS, 2003).

Em Barbetta et al. (2012) utilizou-se a prova de conhecimentos gerais do vestibular da UNESP de 2012 a fim de avaliar o perfil dos avaliados dessa prova:

Verificou-se que, embora um modelo unidimensional ajustou-se bem aos padrões de resposta dos itens, a prova e os avaliados são melhores representados por um modelo tridimensional, cujos traços latentes puderam ser identificados como Raciocínio Lógico, Compreensão de Texto e Conhecimento Específico de Inglês. E o posicionamento dos itens e de características dos avaliados no plano formado pelos eixos Raciocínio Lógico e Compreensão de Texto puderam gerar interpretações não evidenciadas na escala unidimensional. (BARBETTA et al., 2012)

Já em Dimitrov e Shamrani (2015), utilizou-se os dados do teste geral de aptidão da Arabia Saudita – parte verbal, *GAT-V*. Esta avaliação de larga escala é usada como forma de ingresso na educação superior pelos concluintes do ensino médio. Os modelos ajustados aos dados neste estudo foram: unidimensional, tridimensional em que os fatores não são correlacionados, tridimensional com os fatores correlacionados e bifatorial com um fator geral e três específicos.

Após analisar os modelos ajustados, verificou-se que o modelo com três fatores não correlacionados obteve um ajuste ruim aos dados e, por isso, foi descartado. Fato que não ocorreu com os demais, no entanto o tridimensional com fatores correlacionados apresentou uma alta correlação entre as dimensões o que resultou em um ajuste similar ao dos modelos unidimensional e bifatorial.

Dessa forma, Dimitrov e Shamrani (2015) optaram por comparar

o modelo unidimensional com o bifatorial. Os resultados indicaram que o modelo bifatorial estava melhor ajustado, por conseguinte sugere-se que o teste geral de aptidão da Arabia Saudita é essencialmente unidimensional com um fator geral mais três específicos.

De forma geral, verificou-se que o modelo unidimensional, matematicamente, se ajustou bem aos dados. No entanto, modelos com mais dimensões normalmente explicam melhor os itens e os respondentes.





### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para realizar este trabalho foram utilizados os microdados do Enem 2012 disponível no sítio do Inep (INEP, 2013). Os cálculos foram realizados a partir de uma amostra dos alunos concluintes do ensino médio regular seriado, que estiveram presente em todas as quatro provas objetivas do exame e que receberam o primeiro caderno de provas do dia (caderno azul do sábado e caderno amarelo do domingo). As informações consideradas sobre a situação de conclusão do ensino médio e o tipo de ensino foram aquelas declaradas pelos estudantes no questionário do aluno.

Depois de utilizados estes filtros, calculou-se o primeiro quartil e o nonagésimo quinto percentil da proficiência média (média aritmética das notas das quatro provas objetivas), criando assim três estratos de respondentes baseados nessa variável: alunos com proficiência média menor ou igual ao primeiro quartil, alunos de proficiência média maior que o primeiro quartil e menor ou igual ao nonagésimo quinto percentil e alunos com proficiência média acima do nonagésimo quinto percentil. Esse procedimento visou retirar uma amostra que garantisse obter avaliados em todos os níveis da escala.

No entanto, há cinco itens em idioma estrangeiro no Enem e, no ato da inscrição, o aluno deve escolher entre inglês ou espanhol. Assim sendo, os itens de um idioma para os indivíduos que escolheram o outro não foram apresentados. Para tratar esta situação, foi decidido por fazer o estudo somente com os alunos que optaram pela língua inglesa.

Considerando apenas os alunos que escolheram o idioma inglês, retirou-se uma amostra aleatória simples do primeiro estrato de tamanho cinco mil e do segundo estrato de tamanho 10 mil. Como o terceiro estrato era formado por 4.937 alunos, todos foram selecionados. Totalizando uma amostra com 19.937 alunos.

Para o estudo da dimensionalidade do exame, considerou-se a prova agregada de 180 itens (45 de cada prova objetiva) e, em termos computacionais, a análise foi realizada com o pacote *psych* (REVELLE, 2015) para fazer a análise de componentes principais considerando matriz de correlação tetracórica e o pacote *mirt* (CHALMERS, 2015) para ajustar os modelos de TRI, ambos do *software* livre R (R CORE TEAM, 2015).

As seções que se seguem abordam as principais características da Teoria Clássica dos Testes (TCT), a TRI unidimensional de três

parâmetros assim como alguns modelos multidimensionais, apresenta métodos de comparação de modelos e, em seguida, explana como posicionar um item em uma escala de proficiência.

### 3.1 TEORIA CLÁSSICA DOS TESTES

A Teoria Clássica dos Testes é um modelo baseado, em geral, nos escores brutos dos respondentes. Dessa forma, a nota de um indivíduo normalmente é a soma sem peso das respostas dele aos itens de um instrumento. Em testes de habilidade e de conhecimento, essa soma reflete o número de respostas corretas (AYALA, 2009).

Pasquali (2004) destaca que

... o foco de interesse da TCT não é o traço latente e sim o comportamento ou, melhor, o escore num teste, sendo este teste um conjunto de comportamentos. Diríamos que o enfoque está no *tau* ( $\tau$ ) e não no *teta* ( $\theta$ ), entendendo como *tau* o escore num teste e o *teta* como o traço latente.

O modelo da TCT relaciona o escore de um indivíduo com sua localização na variável latente. Pasquali (2004) coloca que o escore bruto em um instrumento de avaliação (soma dos pontos obtidos no teste),  $T$ , de um indivíduo,  $i$ , é uma função do escore verdadeiro neste instrumento (magnitude real daquilo que o teste quer medir no sujeito),  $V_i$ , mais um erro,  $E_i$ . Esta função é dada por:

$$T_i = V_i + E_i$$

onde o erro  $E_i$  é aleatório com média zero.

Uma vez dada a função, segue abaixo os pressupostos da TCT ressaltados por Pasquali (2004):

- i. o escore bruto esperado é igual ao escore verdadeiro,  $E(T) = V$ ;
- ii. o escore verdadeiro não está correlacionado com o erro,  $r_{VE} = 0$ ;
- iii. os erros de um teste  $i$  não estão correlacionados com os erros de um teste  $l$ ,  $r_{E_i E_l} = 0$ .

Além dos pressupostos acima mencionados, outro ponto importante a ser analisado ao usar o modelo da TCT é a unidimensionalidade

dos itens, pois para ser possível somar os escores, eles devem estar medindo a mesma coisa. Dessa forma, a TCT "trabalha com o escore total e cada item é avaliado em função deste escore total"(PASQUALI, 2004). Uma forma usual de verificar a unidimensionalidade dos itens é pela análise fatorial.

Outros aspectos normalmente observados na TCT são os índices de dificuldade e de discriminação de um item.

Para medir a dificuldade de um item utiliza-se o índice de dificuldade do item,  $ID$ , que na TCT "é definida em termos da percentagem (proporção) de sujeitos que dão respostas corretas ao item"(PASQUALI, 2004). Dessa forma, o índice é dado por:

$$ID = \frac{A}{N}$$

onde:

$A$ : é o número de indivíduos que acertaram o item; e

$N$ : é o total de indivíduos que responderam ao item.

Dessa forma, quanto maior o valor do índice, mais fácil é o item. Já o índice de discriminação é calculado pela diferença entre a proporção de respostas corretas de indivíduos com alta proficiência (os 27% com maiores escores) e de indivíduos com baixa proficiência (os 27% com menores escores). Assim, quanto maior a diferença, mais o item discrimina os dois grupos.

O coeficiente bisserial, outra medida de discriminação, mede a correlação entre o desempenho no item e o desempenho na prova. Borgatto e Andrade (2012) descrevem esse coeficiente da seguinte maneira:

O coeficiente bisserial ... estima a correlação entre a variável de desempenho no teste e uma variável latente (não observável) com distribuição normal que, por hipótese, representa a proficiência que determina o acerto ou erro do item.

Uma forma de avaliar este coeficiente é por:

$$r_{pb} = \frac{\bar{X}^+ - \bar{X}^-}{S} \cdot \frac{p(1-p)}{h(p)}$$

onde:

$\bar{X}^+$ : média no teste dos indivíduos que acertaram o item;

$\bar{X}^-$ : média no teste dos indivíduos que erraram o item;

$S$ : desvio padrão do teste para todos os indivíduos,

$p$ : percentual de respostas; e

$h(p)$ : valor da densidade da distribuição normal com média 0 e variância 1 no ponto em que a área da curva à esquerda é igual a  $p$ .

No entanto, apesar da TCT ser tradicionalmente utilizada em testes de aptidão

os resultados encontrados dependem do particular conjunto de itens (questões) que compõem o instrumento de medida, ou seja, as análises e interpretações estão sempre associadas à prova como um todo, o que é a característica principal da Teoria Clássica das Medidas. (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000).

Dessa forma, a TCT não pode ser usada para comparação entre indivíduos pertencentes a populações diferentes que não foram submetidos à mesmas provas ou a provas paralelas.

### 3.2 TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM

Como a TCT não permite a comparação dos escores entre indivíduos que fizeram testes diferentes, a TRI ganhou espaço na avaliação educacional, pois

ela permite a comparação entre populações, desde que submetidas a provas que tenham alguns itens comuns, ou ainda, a comparação entre indivíduos da mesma população que tenham sido submetidos a provas totalmente diferentes. Isto porque uma das principais características da TRI é que ela tem como elementos centrais os itens, e não a prova como um todo. (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000)

Dessa forma, se tem que:

a TRI é um conjunto de modelos matemáticos que procuram representar a probabilidade de um indivíduo dar uma certa resposta a um item como função dos parâmetros do item e da habilidade (ou habilidades) do respondente. Essa relação é

sempre expressa de tal forma que quanto maior a habilidade, maior a probabilidade de acerto no item. (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000)

Sendo assim, a TRI propõe modelos para medir os traços latentes – características do indivíduo que não podem ser observadas diretamente – utilizando-se de variáveis secundárias que estejam relacionadas a eles (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000).

Ainda segundo Andrade, Tavares e Valle (2000), os vários modelos propostos na literatura dependem fundamentalmente de três fatores:

- i. da natureza do item — dicotômicos ou não dicotômicos;
- ii. do número de populações envolvidas — apenas uma ou mais de uma;
- iii. e da quantidade de traços latentes que está sendo medida — apenas um ou mais de um.

Nesta dissertação, como será visto no capítulo 3, foram usados itens dicotômicos, uma única população e considerando um traço latente (unidimensional) e mais de um (multidimensional).

Para esta seção, será abordada a TRI com itens dicotômicos e o modelo logístico unidimensional de três parâmetros. Dentro deste contexto, a seguinte expressão é usada para calcular a probabilidade de um indivíduo  $j$ , com proficiência  $\theta$ , responder corretamente o item  $i$ :

$$P(U_{ij} = 1|\theta_j) = c_i + (1 - c_i) \frac{1}{1 + e^{-a_i(\theta_j - b_i)}}$$

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

$U_{ij}$  é uma variável dicotômica que assume valor igual a 1 quando o indivíduo  $j$  responde corretamente o item  $i$ ;

$\theta_j$  é o traço latente do indivíduo  $j$ ;

$a_i$  é o índice de discriminação do item  $i$ ,

$b_i$  é o parâmetro de dificuldade do item  $i$ ; e

$c_i$  é a probabilidade do item  $i$  ser respondido corretamente quando ele é considerado difícil para o avaliado (acerto casual).

Em geral, a escala de medida do traço latente  $\theta$  segue uma distribuição normal de média 0 e desvio padrão 1. Como o parâmetro de

dificuldade do item  $b$  é expresso na mesma escala de  $\theta$  (proficiência do indivíduo), um item com  $b = -2$ , por exemplo, pode ser considerado fácil para um avaliado de proficiência mediana. De forma análoga, um avaliado com proficiência  $\theta = 2$  tem alta proficiência enquanto um com  $\theta = -2$  tem baixa (BARBETTA et al., 2014).

O parâmetro  $a$  não assume valores negativos, pois isso implicaria que a probabilidade de responder corretamente a um item diminuiria com o aumento da habilidade do avaliado. Baixos valores deste parâmetro indicam que o item diferencia pouco os respondentes, ou seja, indivíduos com habilidades diferentes têm probabilidades parecidas de responder corretamente ao item. Já valores muito altos de  $a$  indicam itens que discriminam os alunos basicamente em dois grupos: os que possuem habilidades abaixo do valor do parâmetro  $b$  e os que possuem habilidades acima do valor do parâmetro  $b$  (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000).

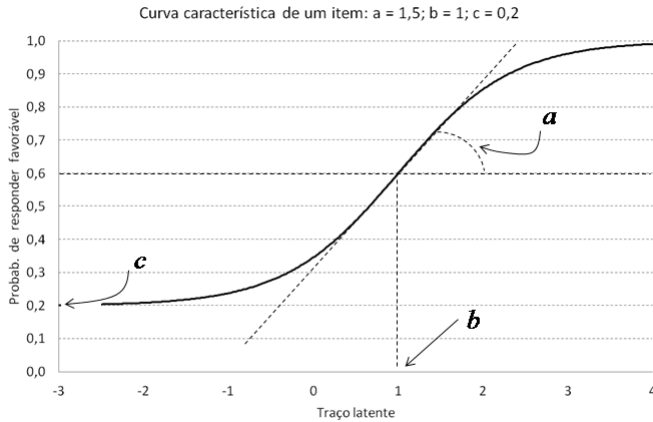
O parâmetro  $c$ , acerto ao acaso, representa uma probabilidade, ou seja, um valor entre 0 e 1. Quanto mais próximo de 0, menor é a chance de um indivíduo com baixa habilidade acertar um item considerado difícil para ele.

A Figura (1) mostra estes parâmetros de forma gráfica para um item com discriminação 1,5, dificuldade igual a 1 e probabilidade de acerto casual igual a 0,2.

Todos os parâmetros do modelo são estimados por métodos estatísticos iterativos através das respostas dos indivíduos. No entanto, há algumas suposições que devem ser obedecidas para a sua utilização.

Existem duas suposições básicas para aplicar os modelos usuais da TRI: unidimensionalidade e independência local. Por unidimensionalidade entende-se que a prova possa discriminar os avaliados através de uma única nota, que pode representar uma proficiência, ou mesmo uma composição de proficiências dos avaliados. Por independência local entende-se que a dependência entre os itens é perfeitamente explicada pelo traço latente  $\theta$  dos avaliados (BARBETTA et al., 2014).

Como dito anteriormente, o  $\theta$  do modelo unidimensional da TRI pode representar uma composição de habilidades ou proficiências (REKASE, 2009). Esta capacidade da TRI de captar uma composição de proficiências também foi verificada por Barbetta, Andrade e Borgatto (2011).



Fonte: (BARBETTA et al., 2014)

Figura 1: Curva Característica de um Item com Parâmetro  $a = 1,5$ ,  $b = 1$  e  $c = 0,2$ .

### 3.3 TEORIA DA RESPOSTA AO ITEM MULTIDIMENSIONAL

Modelos uni e multidimensionais de TRI estão sendo estudados para provas multidisciplinares (BARBETTA et al., 2014; QUARESMA, 2014). Como o objetivo geral desta dissertação é identificar modelos da TRI que se ajustem bem ao Enem e a partir deles compreender a multidimensionalidade do Exame, faz-se necessário introduzir modelos da Teoria da Resposta ao Item Multidimensional (TRIM).

Em Barbetta et al. (2014) temos:

Há várias propostas de modelos TRIM, mas a mais comum considera que existem vários traços latentes, representando diferentes proficiências dos avaliados, mas apenas um parâmetro de dificuldade. Nesse modelo, a probabilidade de um avaliador  $j$  com traços latentes  $\theta_{1j}, \theta_{2j}, \dots, \theta_{kj}$ , acertar um item  $i$  é dada por:

$$P(U_{ij} = 1|\theta_j) = c_i + (1 - c_i) \frac{1}{1 + e^{-(a_{1i}\theta_{1j} + a_{2i}\theta_{2j} + \dots + a_{ki}\theta_{kj} + d_i)}}$$

onde o parâmetro  $d_i$  está associado ao parâmetro de dificuldade do item  $b_i$  da seguinte forma:

$$d_i = -b_i \times \sqrt{(a_{1i}^2 + a_{2i}^2 + \dots + a_{ki}^2)} \quad (3.1)$$

Uma forma de se analisar a dimensionalidade de um instrumento é por meio da análise fatorial. No entanto, como em avaliações educacionais os itens normalmente são dicotômicos (certo ou errado), muitos pressupostos da análise fatorial clássica podem não ser atendidos. Dessa forma, Bock, Gibbons e Muraki (1988) fizeram adaptações e propuseram a Análise Fatorial de Informação Completa (AFIC) que permite verificar a dimensionalidade e interpretar os fatores do instrumento. Ou seja, há uma relação estreita entre TRIM e análise fatorial apropriada para instrumentos compostos de itens.

Nos casos em que o instrumento de medida do traço latente é multidimensional, deve-se determinar quais itens pertencem a quais fatores. Para isso há diferentes abordagens. A primeira delas é relacionada às análises exploratórias e confirmatórias. Na análise exploratória, todos os traços latentes podem ser relacionados a todos os itens. Dessa forma, os índices de discriminação  $a_{ik}$  de um modelo com número de itens  $i = 4$  e de dimensões  $k = 2$  formariam a seguinte matriz de índice de discriminação:

$$a = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \\ a_{41} & a_{42} \end{bmatrix}$$

Em geral, quando se usa a análise exploratória, não se sabe quantas dimensões de fato o instrumento avaliativo está medindo. Para definir qual modelo melhor se ajusta aos dados é comum começar com o caso mais simples (unidimensional) e, gradativamente, aumentar o número de dimensões. No entanto, apesar de normalmente o modelo ficar melhor explicado ao se adicionar uma dimensão, ele fica mais complexo.

Já na análise confirmatória, os traços latentes estão relacionados a um grupo de itens escolhidos previamente. Ela pode ser vista como um caso especial de uma exploratória em que os parâmetros dos itens são forçados a pertencer a uma das dimensões para representar as diferentes subescalas supostas *a priori* (BERNINI; MATTEUCCI; MIGNANI, 2015). Nesse sentido, os índices de discriminação  $a_{ik}$  em um modelo com número de itens  $i = 4$  e de dimensões  $k = 2$  em que os dois primeiros itens pertencem à primeira dimensão e os dois últimos à segunda,



formariam a seguinte matriz de índice de discriminação:

$$a = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 \\ a_{21} & 0 \\ 0 & a_{32} \\ 0 & a_{42} \end{bmatrix}$$

Outro modelo, considerado de análise fatorial confirmatória, é o bifatorial. Esse modelo possui um fator comum que explica as intercorrelações de todos os itens, e possui também fatores de cada grupo que tentam capturar a covariância dos itens que é independente da covariância devida ao fator comum (REISE; MORIZOT; HAYS, 2007).

Em Gibbons e Hedeker (1992) tem-se que o modelo bifatorial força cada item  $i$  a ter um índice de discriminação diferente de zero na dimensão principal,  $a_{i1}$ , e um segundo índice,  $a_{ik}$ ,  $k = 2, \dots, s$ , em apenas um dos  $s - 1$  fatores. Supondo que os dois primeiros estejam em uma subdimensão e os dois últimos em outra subdimensão, para quatro itens, a matriz dos índices de discriminação seria:

$$a = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 \\ a_{31} & 0 & a_{33} \\ a_{41} & 0 & a_{43} \end{bmatrix}$$

Para mais detalhes desse modelo ver Holzinger Karl J. and Swinford (1937) e Gibbons e Hedeker (1992).

Uma outra distinção entre modelos é em compensatórios e não compensatórios (RECKASE, 2009). Nos modelos compensatórios a probabilidade de resposta depende de uma soma ponderada dos traços latentes. Escores baixos em uma dimensão podem ser compensados por escores altos em outra dimensão para obter uma alta probabilidade de resposta. Já os modelos não compensatórios permitem interações entre as variáveis latentes de modo que os escores devem ser elevados em todas as dimensões para manter uma probabilidade alta de resposta.

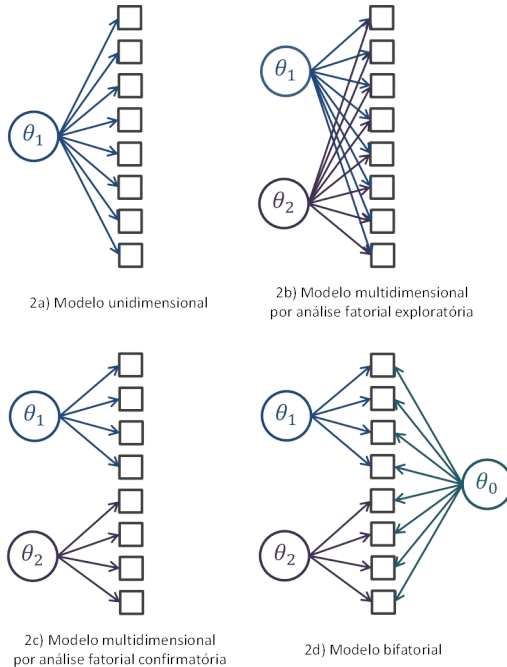
Para esta dissertação foram usados os modelos compensatórios,

que são generalizações diretas dos modelos logísticos unidimensionais e que, atualmente, estão entre os mais aplicados devido à sua característica de ter um determinada habilidade baixa compensado por outra mais alta (QUARESMA, 2014).

Ademais, o processo de estimação dos parâmetros nos modelos

não compensatórios é muito complexo e, em função disto, não são muito usuais (AYALA, 2009).

A Figura (2) mostra um esquema comparativo dos modelos que serão apresentados neste trabalho sendo que em 2a supõe-se unidimensionalidade do instrumento, em 2b e 2c bidimensionalidade e em 2d um traço latente dominante no teste e dois subdomínios ou subdimensões.



Fonte: Adaptado de Reise, Morizot e Hays (2007)

Figura 2: Esquema comparativos dos modelos usados nesta dissertação

### 3.4 MÉTODOS DE COMPARAÇÃO DE MODELOS

Para escolher um modelo em detrimento a outro, é importante determinar um critério para analisar até que ponto deve-se deixar um modelo mais complexo para ter um ganho de informação. Um método usual é a razão de Bayes que compara os valores das verossimilhanças marginais entre dois modelos para identificar aquele que é mais

fortemente sustentado pelos dados (ALBERT, 2014). O pacote *mirt* (CHALMERS, 2015) do *software* R (R CORE TEAM, 2015), apresenta o valor do logaritmo neperiano da verossimilhança marginal de cada um dos modelos. Assim, é possível fazer o cálculo desta razão e, usando as referências de valores em Kass e Raftery (1995), é possível fazer a interpretação dos resultados.

Em Kass e Raftery (1995) tem-se que se duas vezes o logaritmo natural da razão de Bayes for maior que dez, então há evidências muito fortes que o modelo com mais parâmetros é mais adequado que o com menos parâmetros.

Outro método usual de escolha de modelos é o critério de informação da deviance (DIC), que quanto menor o valor, melhor o modelo. Mais detalhes sobre esta forma de seleção de modelos podem ser encontrados em Spiegelhalter et al. (2002).

### 3.5 SUBSÍDIOS PARA INTERPRETAR ESCALAS

A interpretação de uma escala se baseia em dar um sentido pedagógico aos seus valores relacionando-os com os conteúdos cobrados na avaliação. Com isso, além de dizer que um indivíduo de proficiência  $\theta = 1$  está um desvio-padrão acima da média da população de referência, pode-se inferir quais proficiências ele domina e o que ele provavelmente sabe a mais de um indivíduo que tem proficiência  $\theta = 0, 2$ , por exemplo.

Ao construir um modelo unidimensional, os parâmetros dos itens e a proficiência dos alunos são comparáveis, por isso, é possível interpretar pedagogicamente sua escala. Essa interpretação é construída a partir de pontos na escala definidos como níveis âncoras que "são caracterizados por conjuntos de itens denominados itens âncoras" (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000). No entanto, nesta dissertação, esta escala será construída apenas para fornecer subsídios para uma futura interpretação pedagógica.

Andrade, Tavares e Valle (2000) definem que um item é âncora para o nível  $Z$  quando:

- i.  $P(U = 1 | \theta = Z) \geq 0,65$  e
- ii.  $P(U = 1 | \theta = Y) < 0,50$  e
- iii.  $P(U = 1 | \theta = Z) - P(U = 1 | \theta = Y) \geq 0,30$ .

onde  $Y$  e  $Z$  são níveis âncoras consecutivos e  $Y < Z$ .

Para este estudo, definiu-se como item âncora aquele que obedeceu ao menos duas das condições citadas e admitiu-se uma tolerância de 0,01, ou seja:

i.  $P(U = 1|\theta = Z) \geq 0,64$  e

$$P(U = 1|\theta = Y) < 0,51; \text{ ou}$$

ii.  $P(U = 1|\theta = Z) \geq 0,64$  e

$$P(U = 1|\theta = Z) - P(U = 1|\theta = Y) \geq 0,29; \text{ ou}$$

iii.  $P(U = 1|\theta = Y) < 0,51$  e

$$P(U = 1|\theta = Z) - P(U = 1|\theta = Y) \geq 0,29.$$

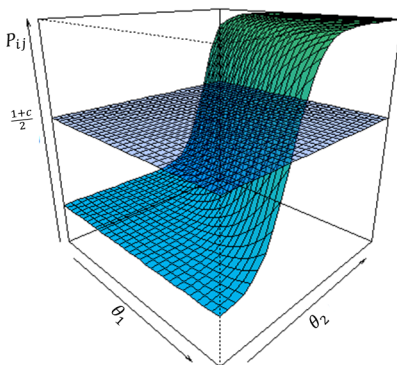
A interpretação pedagógica também pode ser assistida pelo posicionamento dos itens na mesma escala de proficiência dos avaliados. Para isso ser possível, deve-se encontrar o ponto em que a inclinação da superfície de probabilidade de acerto do item  $i$  é máxima, na posição em que a probabilidade de acerto seja  $\frac{(c_i+1)}{2}$  (BARBETTA et al., 2012; RECKASE, 2009). Para a dimensão  $k$ , este ponto é dado por:

$$\theta_{ki} = \frac{-a_{ki}d_i}{A_i^2}$$

onde:

$$A_i = \sqrt{(a_{1i}^2 + a_{2i}^2 + \dots + a_{ki}^2)}$$

A Figura (3) ilustra a superfície de probabilidade de acerto do item 92 de LC no modelo bidimensional seccionado pelo plano em que a probabilidade de acerto é igual a  $\frac{(c_i+1)}{2}$ . O ponto em que cada valor de  $\theta_k$  possui a maior inclinação é onde o item deve ser posicionado para aquela proficiência.



Fonte: Elaboração da autora

Figura 3: Superfície de probabilidade de acerto do item 92 de LC que possui os seguintes parâmetros:  $a_1 = 0,87$ ,  $a_2 = 1,57$ ,  $c = 0,19$  e  $d = -1,41$ .

Usando-se o posicionamento dos itens, fica mais clara a comparação das características dos itens de cada prova quando eles estão num mesmo modelo.



## 4 APLICAÇÃO DE MODELOS UNI E MULTIDIMENSIONAIS AO ENEM

Neste capítulo serão aplicados modelos de TRI considerando os 180 itens do Enem (45 itens de cada uma das quatro áreas do conhecimento) como uma prova única. Na primeira seção, será feita uma verificação da adequabilidade do modelo unidimensional da TRI nesta prova. Na segunda, a dimensionalidade da prova será estudada a fim de identificar as habilidades ou competências que a prova agregada está medindo. Além disso, será feita uma comparação entre os modelos para identificar aquele que melhor se ajusta aos dados com o objetivo de compreender a multidisciplinaridade do Exame.

### 4.1 ANÁLISE DA PROVA AGREGADA POR MODELO UNIDIMENSIONAL

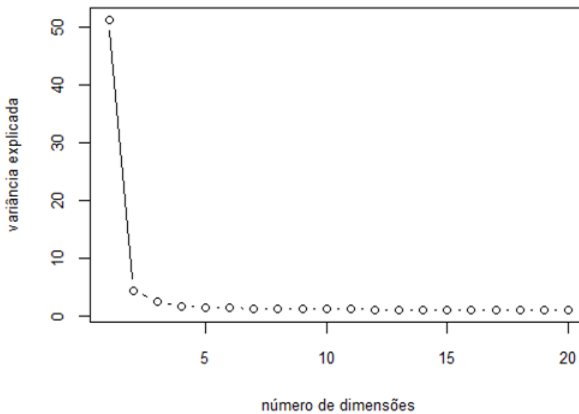
Para verificar se o uso do modelo unidimensional na prova agregada de 180 itens é adequado para o Enem enquanto exame que aborda mais de uma disciplina, foram adotados os mesmos métodos usados pelo Inep para gerar as proficiências de cada área, adotando-se o modelo de TRI de três parâmetros. A estimação das proficiências foi gerada por EAP (estimação pela média da distribuição a posteriori) e dos parâmetros dos itens (calibração) foi feita pelo algoritmo EM, que "é um processo iterativo para determinação de estimativas de máxima verossimilhança de parâmetros de modelos de probabilidade na presença de variáveis aleatórias não observadas"(ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000). Para mais informações sobre estes métodos, consultar Andrade, Tavares e Valle (2000). Em termos computacionais, utilizou-se o pacote psych (REVELLE, 2015) para fazer uma análise de componentes principais considerando matriz de correlação tetracórica e o pacote mirt (CHALMERS, 2015) para ajustar os modelos de TRI, ambos do software livre R (R CORE TEAM, 2015).

#### 4.1.1 Dimensionalidade

Uma das premissas da TRI é que a prova tenha um traço latente dominante, o que no extremo seria a unidimensionalidade (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000; AYALA, 2009). É um procedimento usual para

verificar essa suposição é fazer uma análise de componentes principais sobre a matriz de correlação tetracórica dos itens.

Considerando a prova agregada com 180 itens, a Figura (4) mostra um resumo dessa análise apresentando na ordenada os autovalores da matriz de correlação (os vinte maiores), que podem ser interpretados como variâncias explicadas por cada dimensão considerada. Por essa figura, verifica-se que o maior autovalor é bastante superior aos demais, caracterizando uma dimensão dominante. Sendo que, essa dimensão pode representar uma composição de traços latentes (RECKASE, 2009).



Fonte: Elaboração da autora

Figura 4: *Screeplot* variância explicada pelo número de dimensões

#### 4.1.2 Calibração

Uma vez que há indícios que na prova do Enem há um traço latente dominante, os dados foram ajustados à TRI unidimensional de três parâmetros gerando uma escala com média zero e desvio-padrão igual a um.

Após calibração dos parâmetros, alguns aspectos foram analisados. Itens que apresentam valores de  $a$  menores de 0,7, na escala com média zero e desvio padrão igual a um, sugerem que oferecem pouca informação e possivelmente não estão relacionados diretamente com o traço latente (TEZZA; BORNIA; ANDRADE, 1992). Já os itens com valo-



res de  $a$  maior que cinco foram considerados que indicavam um possível erro de calibração.

O parâmetro  $b$  indica o nível de dificuldade do item, dessa forma, definiu-se que os valores em módulo maiores que quatro seriam analisados, pois poderiam ser consequência de um problema de calibração.

Por fim, o parâmetro  $c$  representa a probabilidade de acerto casual. É importante verificar o erro padrão, EP, de itens que apresentaram valores de  $c$  altos, pois podem ser casos de problema de estimação de parâmetro. Para este estudo, determinou-se que seriam analisados os valores de  $c$  maiores que 0,4.

A Tabela (2) foi elaborada para indicar os itens que devem ser analisados pelos motivos explicitados acima e porque apresentaram um EP relativamente alto. Como o pacote computacional *mirt* utiliza uma parametrização alternativa, em vez de se explicitar o parâmetro  $b$ , usou-se  $d = -b/a$ .

Tabela 2: Itens com valores de  $a$ ,  $b$  ou  $c$  que sugerem problemas na calibração

Item	Prova	$a$	EP( $a$ )	$b$	$d$	EP( $d$ )	$c$	EP( $c$ )
3	CH	<b>0.31</b>	0.41	<b>4.46</b>	-1.38	1.65	0.12	0.67
23	CH	<b>0.37</b>	0.53	<b>4.81</b>	-1.79	1.70	0.19	0.41
60	CN	<b>5.72</b>	0.54	1.11	-6.34	0.57	0.23	0.13
67	CN	<b>5.27</b>	0.82	1.38	-7.26	1.02	0.29	0.16
80	CN	2.17	0.18	0.17	-0.36	0.16	<b>0.41</b>	0.33
94	LC	1.91	0.22	0.60	-1.14	0.24	<b>0.50</b>	0.38
165	MT	<b>5.83</b>	0.53	1.12	-6.51	0.57	0.16	0.09
177	MT	<b>5.06</b>	0.47	1.05	-5.33	0.48	<b>0.21</b>	0.12

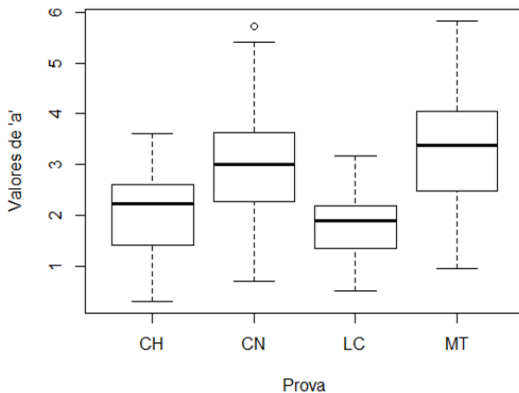
Fonte: Elaboração da autora

Utilizando-se destes dados, julgou-se conveniente retirar inicialmente os itens 3 e 23 de CH, pois tiveram os menores valores de  $a$  e os maiores valores de  $b$ . O objetivo de ajustar novamente o modelo foi de verificar se estes itens estavam interferindo na calibração dos demais. Ao analisar os resultados, verificou-se que não houve alteração significativa na calibração dos itens já que, em todos eles, os valores só tiveram diferença a partir da segunda casa decimal.

Em seguida, retirou-se todos os oito itens da Tabela (2) e um novo modelo foi ajustado. Dessa vez, as alterações foram um pouco mais expressivas no que tange ao parâmetro  $a$ . O item 179 de MT foi o que teve mudança mais notória. No modelo unidimensional com todos os itens, ele apresentou valor de  $a$  igual a 4,83; já no modelo sem os oito itens este parâmetro foi igual a 3,9. Apesar dessa mudança, concluiu-

se que não houve um problema de calibração e por isso optou-se por manter todos os itens no modelo.

As Figuras (5), (6) e (7) foram geradas a fim de analisar como a discriminação, dificuldade e probabilidade de acerto casual dos itens estão distribuídas em cada uma das áreas do conhecimento no modelo unidimensional considerando a prova agregada de 180 itens:



Fonte: Elaboração da autora

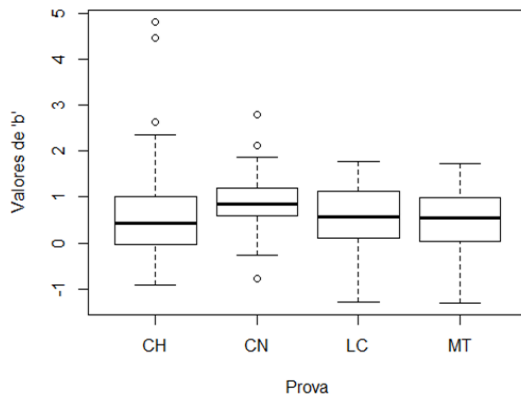
Figura 5: *Boxplots* comparativos dos valores de  $a$  entre as áreas do conhecimento

Pela Figura (5), verifica-se que os itens de MT e CN são os de maior discriminação, já que a maioria dos parâmetros de discriminação,  $a$ , estão acima de três. São também os que possuem maior variabilidade, fato que pode ser observado pela amplitude das hastes dos *boxplots*.

A área do conhecimento que possui menor discriminação ao se considerar os itens de todas as áreas é a de LC, pois, em média é a que tem os menores parâmetros de discriminação. De todos os itens dessa área, 50% dos valores de  $a$  estão concentrados entre 1,36 e 2,19. Já na de CH, os valores de  $a$  variaram de 0,31 a 3,62 sendo que 50% deles estão concentrados entre 1,41 e 2,60.

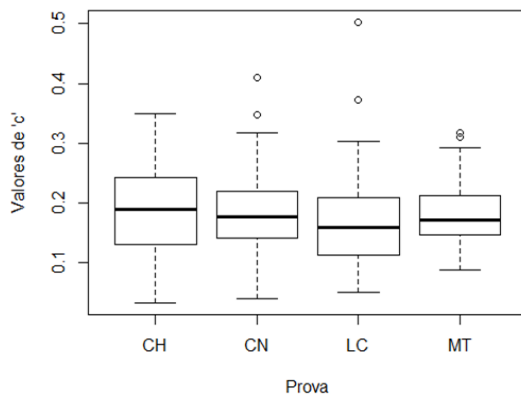
A Figura (6) mostra a distribuição dos índices de dificuldade dos itens para cada uma das quatro proficiências. Dessa forma, observa-se pelos *boxplots* que a área do conhecimento que possui em média o maior índice de dificuldade,  $b$ , é a de CN, a qual tem média igual a 0,91 (mais difícil). A que possui o menor valor médio de  $b$  é a prova de MT (0,53).

Em relação à variabilidade dos valores de  $b$  por prova, verifica-se que a menor variação entre os itens estão nas áreas de MT e CN. A área de CH é, em média, a segunda mais difícil e a que possui maior variabilidade do parâmetro  $b$ .



Fonte: Elaboração da autora

Figura 6: *Boxplots* comparativos dos valores de  $b$  entre as áreas do conhecimento



Fonte: Elaboração da autora

Figura 7: *Boxplots* comparativos dos valores de  $c$  entre as áreas do conhecimento

Já a Figura (7) compara as probabilidades de acerto casual entre as quatro áreas do conhecimento do Enem. Verifica-se que as médias são todas próximas de 0,18 e que a área de MT é a que possui menor variação entre os itens.

A Tabela (3) compara a média e o desvio padrão de  $a$ ,  $b$  e  $c$  em cada uma das áreas do conhecimento.

Tabela 3: Média e Desvio Padrão dos parâmetros  $a$ ,  $b$  e  $c$

Prova	$a$		$b$		$c$	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
<b>CH</b>	2,08	0,88	0,68	1,16	0,19	0,08
<b>CN</b>	3,03	1,15	0,91	0,63	0,18	0,07
<b>LC</b>	1,84	0,63	0,56	0,73	0,18	0,09
<b>MT</b>	3,23	1,10	0,53	0,62	0,18	0,06

Fonte: Elaboração da autora

Pela Tabela (3), é possível concluir que os itens de CN são os mais difíceis, em média, e que seus índices de discriminação são os de maior variabilidade entre todas as áreas, ou seja, há itens com discriminação alta e outros com baixa. A área de MT, apesar de ser a mais fácil é a que discrimina mais.

Já a área de CH, em relação à dificuldade do item, é a que possui maior variabilidade, de forma que há itens muito fáceis e itens muito difíceis. Em relação à área de LC, ela é a que discrimina menos e é a segunda mais fácil. Sobre o parâmetro  $c$ , não há diferenças expressivas entre os valores das quatro áreas do conhecimento.

#### 4.1.3 Comparação de resultados da prova agregada com a prova separada por áreas do conhecimento

A Tabela (4) mostra o número e o percentual de acertos por prova de dois indivíduos. Ambos acertaram 39 dos 180 itens da prova do Enem. No entanto, a proficiência do aluno  $x$ , segundo o modelo da TRI que considera uma prova única, foi igual a -2,38 e a do aluno  $y$  foi -0,74.

Pode-se verificar que o aluno que obteve a menor nota foi aquele que mais acertou itens da prova de CN, o que não parece realista, uma vez que essa é a prova mais difícil. Já o aluno que obteve a maior proficiência acertou mais questões de LC, que é uma das provas mais fáceis, e acertou menos itens da de CN. O padrão de respostas do segundo aluno, possivelmente, é o que está mais dentro do esperado

Tabela 4: Número e percentual de acertos dos alunos  $x$  e  $y$  por prova.

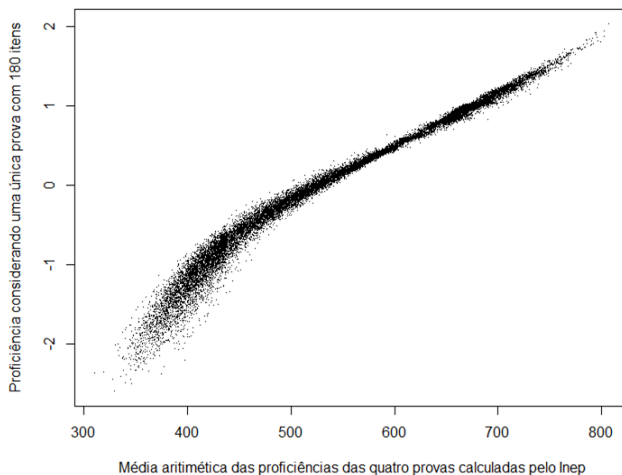
Prova	Aluno $x$		Aluno $y$	
	N	%	N	%
<b>CH</b>	11	28,2%	10	25,6%
<b>CN</b>	13	33,3%	4	10,3%
<b>LC</b>	4	10,3%	15	38,5%
<b>MT</b>	11	28,2%	10	25,6%

Fonte: Elaboração da autora

em termos de aquisição do conhecimento e habilidade, por isso sua proficiência foi maior.

Por fim, buscou-se verificar a correlação entre a média aritmética das proficiências das quatro provas estimadas pelo Inep com a proficiência calculada considerando uma prova única com 180 itens, agregando as quatro áreas. O coeficiente de correlação de Pearson aplicado a esses dados foi igual a 0,98 o que sugere uma alta correlação.

A Figura (8) apresenta o diagrama de dispersão entre essas duas medidas de proficiências.



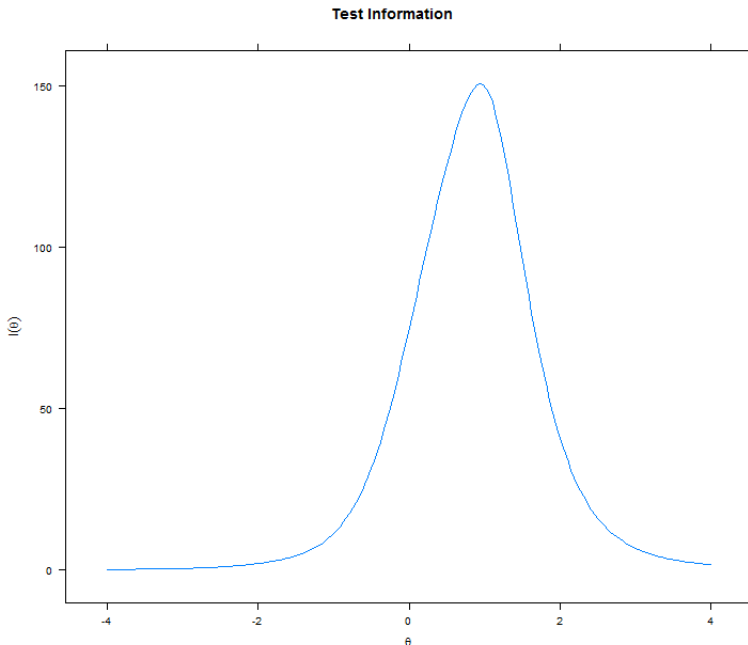
Fonte: Elaboração da autora

Figura 8: Diagrama de dispersão entre a proficiência considerando uma prova única e a média das quatro proficiências estimadas pelo Inep.

A Figura (8) ratifica o resultado do coeficiente de correlação de

Pearson indicando uma alta correlação. No entanto, pode-se perceber que, para as proficiências mais baixas, a associação entre as duas proficiências está mais dispersa.

Por esse motivo, faz-se necessário observar a quantidade de informação que o modelo deste estudo tem para cada nível de proficiência  $\theta$ . A Figura (9) mostra a curva de informação do teste que indica as regiões em que o teste funciona melhor. Verifica-se que a curva é mais alta com  $\theta$  entre 0 e 2, ou seja, o teste discrimina melhor os avaliados entre a média e a média mais dois desvios padrões.



Fonte: Elaboração da autora

Figura 9: Curva de informação da prova agregada das quatro áreas.

Este dado explica o fato dos pontos da Figura (8) estarem mais dispersos para as pessoas de proficiência mais baixa e de estarem mais alinhados próximo ao ponto de  $\theta = 1$ .

Em suma, foi observado que todos os 180 itens que compõe o Enem 2012 tiveram uma calibração razoável dos parâmetros, na suposição de unidimensionalidade (traço latente único para as quatro pro-

vas). Além disso, a análise de componentes principais sobre a matriz de correlação tetracórica dos itens apresentou que o maior autovalor é muito superior aos demais, demonstrando uma dimensão dominante o que corrobora com a hipótese de que a prova agregada das quatro áreas pode ser considerada essencialmente unidimensional.

Foi identificado também que o nível de associação entre as proficiências geradas pelo modelo estudado e as proficiências oficiais divulgadas pelo Inep é bastante alta. Esse fato pode ser confirmado pelo coeficiente de correlação de Pearson que ficou próximo de um: 0,98.

Dessa forma, há indícios que as IES que utilizam a média das quatro notas como forma de seleção têm uma representação próxima do traço latente único do avaliado.

De fato, Reckase (2009) cita que os modelos unidimensionais tem vantagens por possuírem um formato matemático mais simples, haver numerosas aplicações de exemplos e porque há evidências de que ele é robusto à violação de suposições. Além disso, apesar de normalmente as avaliações exigirem que o estudante possua mais de uma proficiência para responder corretamente a um item, os modelos unidimensionais tem provado que, sob certas condições, representam bem sua proficiência.

No entanto, há uma necessidade de se usar modelos de TRI mais complexos para aumentar sua capacidade de refletir as interações entre estudantes e itens de forma mais acurada. Uma forma de aumentá-la é utilizar modelos de TRI que descrevam a interação de vetores de traços latentes com as características dos itens em vez de assumir um parâmetro de traço latente único. Como estes modelos possuem mais de um parâmetro para cada aluno, eles são chamados de teoria da resposta ao item multidimensional, TRIM. Logo, espera-se que os modelos de TRIM resultem em melhores descrições dessas interações do que os modelos unidimensionais (RECKASE, 2009).

Visto isto, o seção 3.2 aplica modelos da TRIM aos dados estudados nesta seção.

## 4.2 ANÁLISES POR MODELOS MULTIDIMENSIONAIS

Considerando ainda a prova agregada de 180 itens, buscou-se analisar diferentes modelos de TRIM para avaliar a dimensionalidade desta prova e verificar o que ela está medindo. Para todos os modelos, a estimação dos parâmetros dos itens foi feita pelo algoritmo QMCEM (Quasi-Monte Carlo EM). Mais informações sobre esse algoritmo po-

dem ser encontradas em Pan e Thompson (1998).

Para realizar o estudo, foram analisados os modelos com duas até oito dimensões pela análise fatorial exploratória a fim de verificar como os itens das diferentes áreas se correlacionam com os fatores. Esta seção apresenta os modelos que obtiveram resultados mais expressivos. Em seguida, foi examinado se as diferentes áreas do conhecimento são avaliadas como componentes distintas no Enem por meio de um modelo tetradimensional em que os itens de cada área são previamente definidos dentro de uma mesma dimensão. Por fim, buscou-se ajustar um modelo que, além de definir as quatro dimensões conforme o anterior, possui um fator comum que representa uma proficiência geral.

#### 4.2.1 Análise das proficiências encontradas em um modelo de duas dimensões

Primeiramente foi verificada a adequabilidade dos dados a um modelo bidimensional no qual não foram delimitados os itens de cada uma das dimensões. Ao analisar os parâmetros dos itens, foi observado que vários apresentaram valores de  $a_1$  ou  $a_2$  abaixo de 0,7 o que é comum neste tipo de modelo. Dessa forma, a Tabela (5) foi elaborada com os itens que tiveram valores fora dos intervalos especificados na seção 3.1.2 com exceção daqueles com parâmetro de discriminação abaixo de 0,7.

Tabela 5: Itens com valores em módulo altos de  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $b$  ou  $c$  e de seus respectivos EP no modelo bidimensional.

Item (Prova)	$a_1$	EP( $a_1$ )	$a_2$	EP( $a_2$ )	$b$	$d$	EP( $d$ )	$c$	EP( $c$ )
3 (CH)	0,10	0,40	0,22	0,12	<b>5,77</b>	-1,40	1,67	0,12	0,67
4 (CH)	0,20	0,22	1,83	0,13	0,66	-1,21	0,24	<b>0,50</b>	0,28
23 (CH)	0,33	0,52	0,04	0,10	<b>5,20</b>	-1,73	1,76	0,18	0,45
80 (CN)	0,56	0,18	1,75	0,11	0,24	-0,44	0,16	<b>0,42</b>	0,24
165 (MT)	<b>5,31</b>	0,63	1,46	0,19	1,35	-7,43	0,69	0,16	0,09

Fonte: Elaboração da autora

Para verificar se estes itens atrapalharam a calibração dos demais, decidiu-se por retirar alguns deles e analisar novamente o ajuste dos dados ao modelo. Como os itens 3 e 23 de CH também apareceram no modelo unidimensional com valores dos parâmetros fora dos intervalos definidos, primeiramente, optou-se por removê-los. No entanto, no modelo sem estes dois itens, assim como no modelo unidimensional, os valores dos parâmetros só tiveram diferença a partir da segunda casa decimal. Dessa forma, optou-se por mantê-los.

A Tabela (6) mostra a carga fatorial de todos os itens. As car-



gas em cinza são aquelas em que a correlação do item com o fator correspondente é de moderada a alta (acima de 0,4 ou abaixo de -0,4).

Dessa forma, podemos verificar que para a prova de CH, à exceção do item 23, as cargas fatoriais de maior peso estão no segundo fator, F2. Já sobre a prova de CN, observa-se que há cargas fatoriais altas tanto no F1 como no F2. Além disso, verifica-se que há diversos itens em que a carga fatorial é em torno de 0,4 nos dois fatores. Sobre os itens de LC, observa-se que as maiores cargas fatoriais estão predominantemente no F2. Por fim, todos os itens da prova de MT estão moderada ou altamente correlacionados ao primeiro fator, F1.

Tabela 6: Carga fatorial dos itens para o modelo bidimensional.

Ciências Humanas			Ciências da Natureza			Linguagens e Códigos			Matemática		
Item	F1	F2	Item	F1	F2	Item	F1	F2	Item	F1	F2
1	0,14	0,69	46	0,38	0,51	91	0,08	0,69	136	0,70	0,25
2	0,07	0,75	47	0,56	0,36	92	0,30	0,54	137	0,65	0,29
3	0,06	0,13	48	0,37	0,47	93	0,01	0,87	138	0,60	0,16
4	0,16	0,68	49	0,50	0,45	94	0,08	0,70	139	0,70	0,22
5	0,04	0,61	50	0,40	0,28	95	0,17	0,41	140	0,62	0,09
6	0,06	0,70	51	0,30	0,65	96	0,24	0,58	141	0,60	0,29
7	0,12	0,78	52	0,06	0,45	97	0,04	0,64	142	0,64	0,17
8	0,14	0,73	53	0,33	0,52	98	0,03	0,28	143	0,52	0,33
9	0,23	0,63	54	0,65	0,24	99	0,19	0,62	144	0,72	0,20
10	0,06	0,32	55	0,68	0,17	100	0,06	0,65	145	0,73	0,23
11	0,25	0,69	56	0,35	0,43	101	-0,07	0,69	146	0,44	0,18
12	0,21	0,71	57	0,18	0,22	102	0,03	0,79	147	0,76	0,21
13	-0,01	0,68	58	0,57	0,35	103	-0,04	0,86	148	0,62	0,31
14	0,24	0,42	59	0,59	0,40	104	0,12	0,69	149	0,82	0,16
15	-0,03	0,79	60	0,72	0,28	105	0,06	0,61	150	0,51	-0,02
16	0,12	0,62	61	0,57	0,26	106	0,01	0,69	151	0,72	0,24
17	0,17	0,52	62	0,22	0,63	107	0,13	0,69	152	0,64	0,26
18	0,07	0,78	63	0,42	0,49	108	0,12	0,67	153	0,63	0,34
19	0,32	0,62	64	0,52	0,45	109	-0,06	0,45	154	0,73	0,08
20	0,33	0,59	65	0,37	0,60	110	-0,02	0,66	155	0,71	0,23
21	0,24	0,70	66	0,51	0,42	111	0,06	0,69	156	0,74	0,23
22	0,05	0,78	67	0,80	0,18	112	0,10	0,64	157	0,71	0,16
23	0,19	0,02	68	0,26	0,48	113	0,09	0,65	158	0,76	0,20
24	0,42	0,50	69	0,47	0,44	114	-0,06	0,69	159	0,62	0,30
25	0,08	0,38	70	0,45	0,39	115	0,09	0,79	160	0,90	-0,03
26	0,30	0,61	71	0,38	0,53	116	0,10	0,45	161	0,66	0,27
27	0,06	0,73	72	0,68	0,28	117	0,01	0,89	162	0,49	-0,04
28	0,09	0,74	73	0,89	0,01	118	-0,04	0,89	163	0,69	0,25
29	0,31	0,48	74	0,65	0,22	119	0,00	0,79	164	0,69	0,24
30	0,08	0,77	75	0,27	0,66	120	-0,02	0,83	165	0,79	0,22
31	0,08	0,77	76	0,45	0,49	121	-0,06	0,86	166	0,71	0,12
32	0,17	0,69	77	0,57	0,21	122	0,00	0,61	167	0,87	0,02
33	0,20	0,64	78	0,62	0,29	123	0,05	0,71	168	0,75	0,22
34	0,11	0,17	79	0,50	0,45	124	-0,02	0,87	169	0,75	0,19
35	-0,08	0,72	80	0,20	0,62	125	-0,06	0,51	170	0,68	0,17
36	0,35	0,60	81	0,39	0,54	126	-0,04	0,88	171	0,84	0,05
37	0,17	0,48	82	0,57	0,41	127	0,26	0,66	172	0,74	0,23
38	0,16	0,48	83	0,44	0,48	128	-0,01	0,82	173	0,54	0,33
39	0,14	0,75	84	0,32	0,21	129	0,03	0,53	174	0,66	0,14
40	0,03	0,82	85	0,21	0,51	130	0,08	0,85	175	0,55	0,36
41	-0,01	0,63	86	0,49	0,50	131	0,08	0,59	176	0,69	0,28
42	0,00	0,62	87	0,28	0,58	132	0,20	0,67	177	0,77	0,22
43	-0,04	0,63	88	0,49	0,44	133	0,04	0,76	178	0,66	0,19
44	0,02	0,77	89	0,42	0,52	134	-0,02	0,58	179	0,67	0,32
45	0,18	0,76	90	0,63	0,37	135	-0,01	0,56	180	0,70	0,29

Fonte: Elaboração da autora

De forma geral, observou-se pelo modelo bidimensional que as

provas de CH e de LC pertencem a uma mesma dimensão, enquanto a de MT pertence à outra. Já a prova de CN não possui os itens correlacionados a um mesmo fator, ou seja, ela possui itens com carga fatorial alta tanto em F1 como em F2. Dessa forma, infere-se que uma dimensão contém itens que exigem mais raciocínio lógico e a outra aqueles que estão mais relacionados à compreensão de textos.

A partir desse entendimento e de que a prova de CN engloba itens de componentes curriculares distintas como Química, Física e Biologia, buscou-se identificar os itens de cada uma destas componentes para verificar se elas são representadas por um fator. Essa identificação foi feita a partir da informação de Sou mais Enem (2015a), Sou mais Enem (2015b) e Sou mais Enem (2015c).

A Tabela (7) destaca as cargas fatoriais dos itens da prova de CN por componente curricular. A marcação das cargas é a mesma usada na tabela anterior.

Tabela 7: Carga fatorial dos itens da prova de CN por componente curricular

Ciências da Natureza								
Biologia			Física			Química		
Item	F1	F2	Item	F1	F2	Item	F1	F2
<b>48</b>	0,37	0,47	<b>47</b>	0,56	0,36	<b>46</b>	0,38	0,51
<b>51</b>	0,30	0,65	<b>50</b>	0,40	0,28	<b>49</b>	0,50	0,45
<b>52</b>	0,06	0,45	<b>54</b>	0,65	0,24	<b>53</b>	0,33	0,52
<b>56</b>	0,35	0,43	<b>55</b>	0,68	0,17	<b>58</b>	0,57	0,35
<b>57</b>	0,18	0,22	<b>60</b>	0,72	0,28	<b>59</b>	0,59	0,40
<b>62</b>	0,22	0,63	<b>61</b>	0,57	0,26	<b>66</b>	0,51	0,42
<b>63</b>	0,42	0,49	<b>64</b>	0,52	0,45	<b>69</b>	0,47	0,44
<b>65</b>	0,37	0,60	<b>67</b>	0,80	0,18	<b>70</b>	0,45	0,39
<b>68</b>	0,26	0,48	<b>71</b>	0,38	0,53	<b>76</b>	0,45	0,49
<b>75</b>	0,27	0,66	<b>72</b>	0,68	0,28	<b>79</b>	0,50	0,45
<b>80</b>	0,20	0,62	<b>73</b>	0,89	0,01	<b>82</b>	0,57	0,41
<b>81</b>	0,39	0,54	<b>74</b>	0,65	0,22	<b>84</b>	0,32	0,21
<b>85</b>	0,21	0,51	<b>77</b>	0,57	0,21	<b>90</b>	0,63	0,37
<b>86</b>	0,49	0,50	<b>78</b>	0,62	0,29			
<b>87</b>	0,28	0,58	<b>83</b>	0,44	0,48			
<b>89</b>	0,42	0,52	<b>88</b>	0,49	0,44			

Fonte: Elaboração da autora

Pela Tabela (7), observa-se que todas as questões de biologia tem a maior carga fatorial em F2 (fator mais relacionado à proficiência de compreensão de textos), no entanto alguns itens possuem uma carga moderada em F1 também. Os itens de física, em sua maioria, possuem uma alta carga em F1 (fator mais relacionado ao raciocínio lógico).

Já em relação aos itens de química, há alguns com alta carga em F1, outros em F2 e outros com cargas moderadas nos dois fatores.

Em resumo, observando o conteúdo das questões da prova de CN, pode-se inferir que para o aluno tirar uma nota alta em biologia ele precisa ter proficiência em leitura e interpretação de textos e em física ele precisa ter em raciocínio lógico. No entanto, para que isso ocorra em química, ele precisa tanto de proficiência em interpretação de textos como em raciocínio lógico.

Foram feitos ajustes análogos a este para modelos de três a oito dimensões. De forma geral, foi observado que os itens das provas de LC e CH tinham carga alta predominantemente em um mesmo fator e todos os de MT em um outro fator. No caso da prova de CN, não foi possível identificar uma prevalência de cargas altas entre fatores. Nos modelos de cinco a oito dimensões, havia cargas fatoriais altas em até quatro dimensões; logo, sempre havia uma ou mais dimensões em que nenhum item tinha uma carga fatorial de moderada a alta.

#### **4.2.2 Análise das proficiências encontradas em um modelo de quatro dimensões**

Dado que os modelos com cinco ou mais dimensões indicaram que apenas quatro fatores tinham carga de moderada a alta e já que o exame é formado por quatro áreas de conhecimento, decidiu-se por apresentar os resultados do modelo de quatro dimensões afim de verificar se cada um dos fatores representa uma prova do Enem.

Assim como no modelo bidimensional, buscou-se os itens que apresentaram valores de  $a$  maiores que cinco, de  $b$ , em módulo, maiores que quatro e de  $c$  maiores que 0,4 para analisar a calibração dos parâmetros. No entanto, não houve itens com valores de  $a$  ou  $c$  fora destes intervalos, apenas os itens 3 de CH e 12 de CN tiveram valores de  $b$  considerados grandes, 5,06 e 4,57 respectivamente.

Contudo, ao analisar o modelo sem estes dois itens, verificou-se que não houve mudança expressiva nos parâmetros dos demais itens. Por isso, optou-se por mantê-los.

As Tabelas (8) e (9) foram elaboradas para visualização das cargas fatoriais dos itens. A primeira contempla os itens de CH e CN e a segunda os de LC e MT. Esta disposição teve o objetivo de melhorar a visualização das informações. A marcação das cargas na tabela são as mesmas usadas no modelo bidimensional.

Observa-se que a predominância de itens da prova de CH com

carga alta em um mesmo fator se mantem, no caso, em F2. A prova de CN continuou apresentando itens com cargas fatoriais em sua maioria moderadas e distribuídas em todos os fatores. Estas informações podem ser verificadas na Tabela (8).

Tabela 8: Carga fatorial dos itens das provas de CH e CN para o modelo multidimensional de quatro fatores.

Ciências Humanas					Ciências da Natureza				
Item	F1	F2	F3	F4	Item	F1	F2	F3	F4
1	0,10	0,52	0,03	0,24	46	0,09	0,38	0,27	0,20
2	-0,01	0,67	0,03	0,16	47	0,20	0,16	0,37	0,28
3	0,13	0,09	0,02	-0,03	48	0,41	0,28	0,17	0,05
4	0,12	0,50	0,05	0,23	49	0,51	0,26	0,29	-0,04
5	-0,14	0,55	0,01	0,23	50	0,05	0,07	0,22	0,40
6	0,06	0,55	-0,03	0,22	51	0,19	0,44	0,14	0,27
7	0,06	0,73	0,11	0,03	52	0,05	0,29	-0,05	0,27
8	0,06	0,56	0,04	0,27	53	0,03	0,31	0,16	0,42
9	0,11	0,49	0,13	0,20	54	0,04	0,06	0,50	0,36
10	-0,09	0,24	0,01	0,23	55	0,01	-0,03	0,47	0,46
11	0,21	0,52	0,11	0,17	56	-0,01	0,32	0,27	0,26
12	0,16	0,51	0,05	0,26	57	0,11	0,16	0,13	0,03
13	-0,02	0,64	-0,02	0,09	58	0,55	0,15	0,32	0,02
14	0,21	0,14	0,00	0,37	59	0,39	0,23	0,40	0,06
15	-0,06	0,75	-0,03	0,10	60	0,19	0,13	0,56	0,22
16	0,15	0,37	-0,06	0,34	61	0,04	0,13	0,45	0,27
17	0,14	0,40	0,08	0,11	62	0,15	0,30	-0,03	0,48
18	0,03	0,75	0,07	0,02	63	0,29	0,16	0,14	0,42
19	0,18	0,44	0,20	0,18	64	0,23	0,21	0,31	0,31
20	0,28	0,39	0,14	0,18	65	0,22	0,35	0,15	0,35
21	0,27	0,50	0,09	0,15	66	0,40	0,21	0,28	0,13
22	0,13	0,67	-0,01	0,08	67	0,23	-0,07	0,56	0,37
23	-0,02	-0,12	0,06	0,40	68	0,31	0,37	0,16	-0,05
24	0,13	0,37	0,30	0,18	69	0,40	0,26	0,31	0,03
25	0,04	0,44	0,13	-0,15	70	0,42	0,16	0,18	0,16
26	0,13	0,44	0,16	0,24	71	0,10	0,33	0,22	0,33
27	0,05	0,62	0,00	0,16	72	0,16	0,15	0,54	0,19
28	0,03	0,68	0,07	0,08	73	0,02	-0,26	0,62	0,58
29	-0,02	0,17	0,07	0,64	74	-0,12	-0,05	0,39	0,67
30	0,08	0,73	0,08	-0,01	75	0,20	0,44	0,08	0,29
31	0,23	0,52	-0,08	0,24	76	0,37	0,27	0,22	0,17
32	-0,02	0,49	0,04	0,40	77	0,05	0,11	0,47	0,22
33	0,15	0,54	0,13	0,06	78	0,20	0,09	0,42	0,29
34	-0,03	0,07	0,03	0,23	79	0,49	0,21	0,24	0,12
35	0,14	0,68	-0,11	-0,05	80	0,09	0,40	0,05	0,35
36	0,27	0,44	0,20	0,12	81	0,19	0,21	0,11	0,51
37	0,12	0,30	0,04	0,23	82	0,29	0,26	0,40	0,12
38	0,02	0,35	0,06	0,25	83	0,28	0,25	0,22	0,25
39	0,12	0,64	0,07	0,10	84	-0,05	0,18	0,29	0,12
40	0,04	0,71	-0,02	0,16	85	0,15	0,30	0,05	0,27
41	0,01	0,57	-0,04	0,10	86	0,38	0,25	0,24	0,21
42	-0,08	0,56	-0,02	0,17	87	0,41	0,19	-0,08	0,40
43	-0,09	0,59	-0,04	0,14	88	0,33	0,20	0,25	0,24
44	0,10	0,67	-0,03	0,09	89	0,35	0,32	0,22	0,12
45	0,28	0,56	0,01	0,17	90	0,31	0,24	0,48	0,04

Fonte: Elaboração da autora

A Tabela (9) mostra que a prova de LC possui seus itens bem definidos dentro de uma mesma dimensão, F2. Pode-se observar também que os itens da prova e MT estão altamente correlacionados, em sua maioria, ao F3.

Tabela 9: Carga fatorial dos itens das provas de LC e MT para o modelo multidimensional de quatro fatores.

Linguagens e Códigos					Matemática				
Item	F1	F2	F3	F4	Item	F1	F2	F3	F4
91	0,06	0,66	0,09	-0,01	136	0,01	0,21	0,64	0,13
92	0,04	0,52	0,29	0,04	137	0,18	0,16	0,52	0,16
93	0,24	0,80	0,01	-0,14	138	-0,06	0,17	0,58	0,10
94	0,02	0,71	0,11	-0,04	139	0,07	0,12	0,59	0,22
95	0,08	0,37	0,14	0,03	140	-0,11	0,27	0,66	-0,15
96	0,18	0,50	0,18	0,00	141	0,08	0,25	0,53	0,08
97	-0,06	0,58	0,02	0,15	142	0,04	0,23	0,63	-0,07
98	-0,12	0,27	0,04	0,09	143	-0,02	0,27	0,43	0,21
99	0,08	0,58	0,17	0,03	144	-0,03	0,23	0,68	0,07
100	-0,10	0,77	0,14	-0,13	145	0,07	0,16	0,63	0,17
101	-0,10	0,78	0,03	-0,12	146	-0,03	0,16	0,41	0,12
102	0,08	0,79	0,06	-0,09	147	0,25	0,08	0,60	0,13
103	0,04	0,86	-0,01	-0,06	148	0,10	0,23	0,54	0,13
104	-0,07	0,78	0,19	-0,11	149	0,19	0,06	0,71	0,09
105	0,13	0,50	-0,02	0,10	150	-0,08	0,05	0,53	0,00
106	0,15	0,61	-0,03	-0,02	151	0,25	0,16	0,61	0,02
107	0,00	0,73	0,17	-0,08	152	0,10	0,25	0,60	-0,01
108	0,15	0,56	0,06	0,07	153	0,29	0,25	0,53	-0,02
109	-0,04	0,48	-0,02	-0,03	154	0,04	0,04	0,63	0,15
110	-0,05	0,69	0,03	-0,04	155	0,27	0,18	0,64	-0,08
111	-0,13	0,58	0,02	0,32	156	0,17	0,18	0,66	0,02
112	-0,20	0,70	0,14	0,07	157	0,03	0,13	0,63	0,12
113	0,13	0,58	0,07	-0,01	158	-0,04	0,17	0,67	0,19
114	0,11	0,70	-0,02	-0,17	159	0,00	0,32	0,59	0,03
115	0,12	0,72	0,06	0,03	160	-0,05	0,05	0,85	0,02
116	0,08	0,45	0,10	-0,07	161	0,26	0,19	0,56	-0,01
117	-0,02	0,86	0,03	0,04	162	-0,09	0,03	0,50	0,01
118	0,07	0,88	-0,01	-0,06	163	0,15	0,16	0,60	0,09
119	0,03	0,72	-0,02	0,09	164	0,13	0,16	0,61	0,10
120	0,07	0,84	0,00	-0,09	165	0,24	0,08	0,64	0,12
121	-0,03	0,88	0,00	-0,06	166	0,04	-0,06	0,54	0,38
122	-0,03	0,56	0,00	0,10	167	-0,08	0,04	0,79	0,18
123	0,10	0,56	-0,03	0,17	168	0,22	0,14	0,64	0,05
124	0,07	0,80	-0,03	0,04	169	0,07	0,14	0,66	0,12
125	-0,03	0,53	-0,02	-0,02	170	0,09	0,20	0,65	-0,05
126	0,07	0,83	-0,04	-0,01	171	0,00	0,05	0,77	0,12
127	0,23	0,59	0,19	-0,03	172	0,27	0,13	0,63	0,02
128	0,04	0,80	0,00	-0,01	173	0,03	0,28	0,49	0,10
129	0,22	0,51	0,02	-0,16	174	0,18	0,06	0,56	0,04
130	0,02	0,78	0,06	0,09	175	0,36	0,27	0,44	-0,10
131	0,08	0,52	0,04	0,05	176	0,26	0,19	0,58	0,01
132	0,04	0,60	0,16	0,10	177	0,38	0,08	0,63	-0,01
133	-0,05	0,70	0,03	0,15	178	0,13	0,14	0,60	0,03
134	0,04	0,59	0,01	-0,06	179	0,27	0,20	0,58	0,00
135	-0,11	0,61	0,04	-0,01	180	0,35	0,09	0,65	-0,03

Fonte: Elaboração da autora

De forma geral, observa-se que, mesmo utilizando um modelo de quatro dimensões, não houve uma distinção entre os itens da prova de CH e LC, pois nos dois casos as cargas fatoriais mais elevadas estão no F2. Além disso, não houve uma dimensão que representasse bem a prova de CN.

A Tabela (10) foi elaborada para que fosse verificado quanto que cada um dos fatores está associado a outro. Pode-se observar que todos possuem uma correlação de moderada a alta sendo que a maior correlação foi entre F2 e F3 que são os fatores que apresentaram as maiores cargas fatoriais dos itens. Além disso, é possível identificar nesses fatores a mesma distinção feita no modelo bidimensional em que

F3 contém itens que exigem mais raciocínio lógico e F2 aqueles que estão mais relacionados à compreensão de textos.

Tabela 10: Correlação dos fatores do modelo de quatro dimensões.

Fatores	F1	F2	F3	F4
F1	1	0,65	0,58	0,59
F2	0,65	1	0,77	0,75
F3	0,58	0,77	1	0,70
F4	0,59	0,75	0,70	1

Fonte: Elaboração da autora

Portanto, o modelo de quatro dimensões que não define a priori quais itens pertencem a cada uma das dimensões está bem ajustado aos dados, mas cada um dos quatro fatores gerados não parece indicar uma área do conhecimento do Enem.

### 4.2.3 Avaliação das diferentes áreas do conhecimento

Para verificar se as diferentes áreas do conhecimento são avaliadas como componentes distintas no Enem, mas dentro de um mesmo traço latente, foi ajustado aos dados o modelo de TRI de quatro dimensões determinando previamente que os itens de cada área pertencem a uma dimensão distinta, ou seja, por análise fatorial confirmatória.

Nesse sentido, o modelo definiu que os 45 primeiros itens do exame eram considerados uma dimensão que representaria a proficiência em CH. Do item 46 ao 90 uma segunda, proficiência em CN. Do 91 a 135, uma terceira, proficiência em LC. E, por fim, do 136 ao 180 uma quarta dimensão, proficiência em MT. Sendo que todas pertencem a um mesmo traço latente.

Este modelo gera um índice de discriminação  $a_{ik}$  para cada item  $i$  que pertence a dimensão  $k$  e zera forçadamente o índice deste item nas demais dimensões.

As Tabelas (11), (12), (13) e (14) foram elaboradas para indicar quais itens, em cada uma das dimensões, apresentaram valores fora dos intervalos especificados na seção 3.1.2.

Tabela 11: Itens da dimensão que representa proficiência em CH com valores de  $a_1$ ,  $b$  ou  $c$  que sugerem problemas na calibração

Item	$a_1$	EP( $a_1$ )	$b$	$d$	EP( $d$ )	$c$	EP( $c$ )
3	<b>0,30</b>	0,46	<b>4,58</b>	-1,37	1,93	0,11	0,39
23	<b>0,42</b>	0,54	<b>4,57</b>	-1,90	1,60	0,20	0,16
34	<b>0,48</b>	0,56	0,11	-1,09	0,86	0,21	0,18

Fonte: Elaboração da autora

Tabela 12: Item da dimensão que representa proficiência em CN com valores de  $a_2$ ,  $b$  ou  $c$  que sugerem problemas na calibração

Item	$a_2$	EP( $a_2$ )	$b$	$d$	EP( $d$ )	$c$	EP( $c$ )
57	<b>0,66</b>	0,27	2,80	-1,85	0,50	0,04	0,08

Fonte: Elaboração da autora

Tabela 13: Itens da dimensão que representa proficiência em LC com valores de  $a_3$ ,  $b$  ou  $c$  que sugerem problemas na calibração

Item	$a_3$	EP( $a_3$ )	$b$	$d$	EP( $d$ )	$c$	EP( $c$ )
94	1,59	0,19	0,59	-0,95	0,26	<b>0,48</b>	0,03
98	<b>0,47</b>	0,20	1,06	-0,50	0,73	0,13	0,25
105	<b>0,66</b>	0,25	2,04	-1,35	0,58	0,28	0,08
109	<b>0,67</b>	0,15	1,22	-0,81	0,35	0,07	0,11
125	<b>0,67</b>	0,18	1,61	-1,08	0,41	0,13	0,08

Fonte: Elaboração da autora

Tabela 14: Item da dimensão que representa proficiência em MT com valores de  $a_4$ ,  $b$  ou  $c$  que sugerem problemas na calibração

Item	$a_4$	EP( $a_4$ )	$b$	$d$	EP( $d$ )	$c$	EP( $c$ )
165	<b>5,21</b>	0,55	1,31	-6,81	0,72	0,16	0,01

Fonte: Elaboração da autora

Pelas Tabelas (11), (12), (13) e (14) observa-se que os itens 3 e 23 de CH são os que indicaram pior calibração. Além dos valores do parâmetro de discriminação desses itens serem os menores, eles possuem índice de dificuldade maior que quatro. Por isso, ajustou-se um novo modelo sem estes itens. Contudo, verificou-se que os valores dos

parâmetros dos demais só tiveram diferença a partir da segunda casa decimal. Por conseguinte, optou-se por mantê-los.

Dessa forma, a Tabela (15) foi elaborada para indicar as cargas fatoriais deste modelo. Para cada área do conhecimento, foi exposto somente o fator que se refere àquela área, pois os fatores possuem carga igual a zero para os itens que não foram definidos a priori como pertencente àquela dimensão.

Tabela 15: Carga fatorial dos itens para o modelo tetradimensional, sendo cada fator para uma área específica.

Ciências Humanas		Ciências da Natureza		Linguagem e Códigos		Matemática	
Item	F1	Item	F2	Item	F3	Item	F4
1	0,79	46	0,82	91	0,71	136	0,89
2	0,79	47	0,89	92	0,74	137	0,88
3	0,17	48	0,74	93	0,78	138	0,67
4	0,83	49	0,88	94	0,68	139	0,86
5	0,64	50	0,75	95	0,51	140	0,70
6	0,73	51	0,92	96	0,70	141	0,84
7	0,89	52	0,52	97	0,56	142	0,77
8	0,85	53	0,81	98	0,27	143	0,79
9	0,78	54	0,82	99	0,78	144	0,89
10	0,38	55	0,72	100	0,71	145	0,92
11	0,89	56	0,70	101	0,62	146	0,54
12	0,86	57	0,36	102	0,80	147	0,90
13	0,66	58	0,87	103	0,80	148	0,85
14	0,57	59	0,91	104	0,78	149	0,92
15	0,77	60	0,93	105	0,36	150	0,48
16	0,66	61	0,75	106	0,58	151	0,90
17	0,64	62	0,70	107	0,76	152	0,84
18	0,83	63	0,86	108	0,66	153	0,90
19	0,90	64	0,92	109	0,37	154	0,76
20	0,83	65	0,90	110	0,57	155	0,90
21	0,91	66	0,83	111	0,61	156	0,93
22	0,79	67	0,93	112	0,70	157	0,82
23	0,24	68	0,65	113	0,67	158	0,92
24	0,87	69	0,88	114	0,58	159	0,86
25	0,45	70	0,75	115	0,83	160	0,86
26	0,85	71	0,86	116	0,49	161	0,84
27	0,76	72	0,91	117	0,85	162	0,43
28	0,82	73	0,86	118	0,82	163	0,85
29	0,72	74	0,76	119	0,72	164	0,85
30	0,77	75	0,85	120	0,77	165	0,95
31	0,77	76	0,86	121	0,77	166	0,75
32	0,82	77	0,72	122	0,48	167	0,88
33	0,78	78	0,81	123	0,70	168	0,93
34	0,27	79	0,88	124	0,77	169	0,87
35	0,52	80	0,78	125	0,37	170	0,79
36	0,87	81	0,87	126	0,76	171	0,87
37	0,59	82	0,92	127	0,69	172	0,90
38	0,61	83	0,83	128	0,76	173	0,76
39	0,82	84	0,44	129	0,46	174	0,71
40	0,84	85	0,61	130	0,84	175	0,81
41	0,59	86	0,92	131	0,54	176	0,90
42	0,63	87	0,75	132	0,80	177	0,92
43	0,61	88	0,85	133	0,73	178	0,76
44	0,73	89	0,86	134	0,54	179	0,89
45	0,87	90	0,93	135	0,54	180	0,93

Fonte: Elaboração da autora

Pela Tabela (15), observa-se que grande parte dos itens tiveram cargas fatoriais consideradas altas, mostrando que cada área do conhecimento está bem representada por uma dimensão. Dado que muitos



trabalhos destacam cargas fatoriais maiores que 0,3, a marcação feita neste estudo (na tabela as cargas maiores que 0,4 estão marcados em cinza) pode ser considerada rigorosa, o que reforça as conclusões.

O modelo usado exige fatores ortogonais, ou seja, a correlação entre os fatores é nula. No entanto, pode-se observar o percentual da variância explicada por cada fator. O fator que representa a prova de CH explica 13,7% da variância total do modelo, enquanto que a de CN explica 17,1%, a de LC 11,1% e a de MT 17,5%. Ou seja, além de cada prova estar sendo bem representada por uma dimensão, todas elas explicam uma parte expressiva da variância total do modelo, destacando-se as provas de CN e MT.

#### 4.2.4 As quatro dimensões e um fator geral

Uma vez que os resultados da seção 3.1 demonstraram que a prova agregada das quatro áreas pode ser considerada essencialmente unidimensional e observando como as áreas do conhecimento ficaram bem definidas em cada uma das dimensões no modelo apresentado na seção 4.2.3, optou-se por complementar a análise com o emprego do modelo bifatorial. Este, além de definir as quatro dimensões conforme o modelo citado anteriormente, tem um fator comum que representaria uma proficiência geral.

Posto isso, além de serem gerados índices de discriminação  $a_i$  para cada uma das quatro dimensões  $i$ , também se tem um índice que corresponde ao fator comum,  $a_0$ . Dessa forma, cada item terá dois índices de discriminação diferentes de zero.

Analisando os resultados deste modelo, verificou-se que os parâmetros de discriminação que correspondem a cada uma das quatro dimensões em geral são baixos, tendo assim muitos valores abaixo de 0,7. Já o índice  $a_0$  que representa o fator comum, em geral, é mais expressivo para todos os itens.

Como nos modelos anteriores, os itens 3 e 23 de CH deram indícios de problema na calibração, mas retirá-los também só apresentou diferença a partir da segunda casa decimal para os parâmetros dos demais itens.

Não obstante, o item 165 de MT chamou atenção, pois o valor do  $a_0$  é o maior índice de discriminação em todos os modelos. Com isso o modelo foi gerado sem este item e em seguida sem o 3 e 23 de CH e sem o 165 de MT. Mas, como nos casos anteriores, a diferença nos valores dos parâmetros dos demais itens não foi expressiva.

Visto isto, elaborou-se a Tabela (16) que apresenta os valores do fator comum, F0, e do fator correspondente a cada uma das quatro áreas do conhecimento. Esta disposição teve o objetivo de melhorar a visualização das informações já que o valores das cargas fatoriais são iguais a zero para os itens que não são da área do conhecimento correspondente ao fator.

Tabela 16: Carga fatorial dos itens para o modelo bifatorial.

Ciências Humanas			Ciências da Natureza			Linguagem e Códigos			Matemática		
Item	F0	F1	Item	F0	F2	Item	F0	F3	Item	F0	F4
1	0,79	0,16	46	0,85	-0,06	91	0,73	0,21	136	0,88	0,25
2	0,78	0,20	47	0,88	-0,04	92	0,80	0,11	137	0,89	0,17
3	0,18	0,00	48	0,77	0,21	93	0,83	0,28	138	0,71	0,24
4	0,80	0,16	49	0,89	0,25	94	0,74	0,23	139	0,87	0,23
5	0,60	0,24	50	0,63	-0,11	95	0,55	0,09	140	0,63	0,33
6	0,72	0,21	51	0,92	-0,02	96	0,78	0,13	141	0,83	0,22
7	0,85	0,22	52	0,50	-0,04	97	0,65	0,16	142	0,74	0,29
8	0,83	0,18	53	0,82	-0,11	98	0,29	0,10	143	0,80	0,17
9	0,82	0,11	54	0,85	-0,16	99	0,78	0,15	144	0,85	0,30
10	0,36	0,13	55	0,81	-0,25	100	0,67	0,24	145	0,89	0,24
11	0,89	0,17	56	0,75	-0,15	101	0,58	0,30	146	0,58	0,16
12	0,87	0,18	57	0,38	0,03	102	0,78	0,28	147	0,91	0,22
13	0,65	0,21	58	0,88	0,27	103	0,78	0,31	148	0,88	0,20
14	0,64	0,09	59	0,94	0,14	104	0,76	0,26	149	0,92	0,27
15	0,72	0,31	60	0,96	-0,06	105	0,64	0,14	150	0,45	0,27
16	0,70	0,15	61	0,80	-0,13	106	0,68	0,20	151	0,91	0,23
17	0,66	0,11	62	0,80	-0,08	107	0,77	0,25	152	0,85	0,25
18	0,81	0,21	63	0,87	0,00	108	0,75	0,17	153	0,91	0,17
19	0,89	0,03	64	0,93	-0,05	109	0,38	0,17	154	0,75	0,28
20	0,88	0,07	65	0,93	-0,02	110	0,62	0,26	155	0,88	0,26
21	0,89	0,16	66	0,88	0,16	111	0,71	0,21	156	0,90	0,26
22	0,78	0,23	67	0,96	-0,09	112	0,69	0,22	157	0,80	0,28
23	0,27	0,03	68	0,70	0,16	113	0,70	0,17	158	0,89	0,30
24	0,87	0,04	69	0,87	0,15	114	0,60	0,27	159	0,85	0,25
25	0,41	0,14	70	0,81	0,15	115	0,85	0,22	160	0,78	0,44
26	0,87	0,08	71	0,87	-0,03	116	0,52	0,14	161	0,88	0,20
27	0,75	0,24	72	0,92	-0,03	117	0,85	0,32	162	0,41	0,28
28	0,79	0,25	73	0,91	-0,23	118	0,81	0,33	163	0,88	0,24
29	0,75	0,05	74	0,83	-0,31	119	0,75	0,25	164	0,88	0,21
30	0,80	0,21	75	0,89	-0,04	120	0,77	0,32	165	0,95	0,22
31	0,81	0,16	76	0,89	0,09	121	0,75	0,36	166	0,79	0,19
32	0,82	0,14	77	0,77	-0,09	122	0,57	0,20	167	0,80	0,41
33	0,79	0,17	78	0,87	-0,07	123	0,73	0,17	168	0,91	0,27
34	0,27	0,09	79	0,91	0,21	124	0,80	0,30	169	0,87	0,29
35	0,58	0,24	80	0,79	-0,06	125	0,44	0,20	170	0,79	0,30
36	0,90	0,12	81	0,89	-0,09	126	0,79	0,32	171	0,82	0,38
37	0,61	0,12	82	0,94	0,07	127	0,87	0,15	172	0,91	0,24
38	0,61	0,12	83	0,88	0,01	128	0,77	0,31	173	0,81	0,17
39	0,84	0,21	84	0,50	-0,07	129	0,52	0,21	174	0,76	0,22
40	0,80	0,31	85	0,69	-0,03	130	0,88	0,26	175	0,86	0,14
41	0,57	0,27	86	0,94	0,08	131	0,64	0,16	176	0,91	0,21
42	0,59	0,25	87	0,83	0,06	132	0,82	0,18	177	0,93	0,22
43	0,57	0,25	88	0,89	0,03	133	0,76	0,24	178	0,80	0,25
44	0,74	0,26	89	0,89	0,09	134	0,54	0,22	179	0,94	0,15
45	0,90	0,19	90	0,95	0,08	135	0,53	0,24	180	0,93	0,23

Fonte: Elaboração da autora

Verifica-se pela Tabela (16) que o fator comum, F0, teve cargas fatoriais altas em quase todos os itens. Todavia, nota-se que o fator correspondente a prova de CN possui tanto cargas positivas como negativas.

Observa-se também que a correlação do fator comum com o item é maior do que a correlação do fator específico com o item. Isso sugere que a proficiência geral já explica grande parte da nota final do aluno que reforça os resultados apresentados na seção 3.1 do modelo unidimensional.

Além das cargas fatoriais, observou-se o percentual da variância explicada por cada fator. O fator comum explica 60,9% da variância total do modelo, enquanto o que representa a prova de CH explica 0,8%, o de CN explica 0,4%, o de LC 1,3% e o de MT 1,6%. Essa informação evidencia o quanto o fator comum explica a mais que os outros, o que em termos matemáticos justifica uma nota única para as quatro áreas, embora haja contribuição adicional de cada área, especialmente LC e MT.

#### 4.3 ESTUDO DA DIMENSIONALIDADE COMPARANDO MODELOS DA TRI

Primeiramente, decidiu-se por fazer comparações entre os modelos multidimensionais que foram construídos sem definição a priori de quais itens pertenciam a quais dimensões, ou seja, modelos por análise fatorial exploratória.

Ao utilizar a Razão de Bayes (RB) entre o modelo de uma dimensão e o de duas, o de duas e o de três e assim sucessivamente até comparar o de sete dimensões e o de oito, foi observado que em todas as comparações, o modelo mais complexo foi considerado mais adequado, pois o valor resultante de  $2 \times \ln(\text{RB})$  foi maior que 10.

A Tabela (17) apresenta os valores encontrados para duas vezes o logaritmo natural de RB:

Tabela 17: Valores de  $2 \times \ln(\text{RB})$  para cada comparação entre modelos.

Número de Dimensões dos modelos comparados	$2 \times \ln(\text{RB})$
1 e 2	20290
2 e 3	3544
3 e 4	3448
4 e 5	1354
5 e 6	1330
6 e 7	444
7 e 8	298

Fonte: Elaboração da autora

Dessa forma, tem-se que o modelo que é mais sustentado pelos dados, segundo esse método, é o de oito dimensões.

Além de RB, foram observados os valores de DIC desses modelos. Os dados podem ser observados na Tabela (18).

Tabela 18: Valores de DIC por número de dimensão dos modelos.

Número de Dimensões	DIC
1	3.901.481
2	3.881.549
3	3.878.359
4	3.875.266
5	3.874.264
6	3.873.284
7	3.873.187
8	3.873.235

Fonte: Elaboração da autora

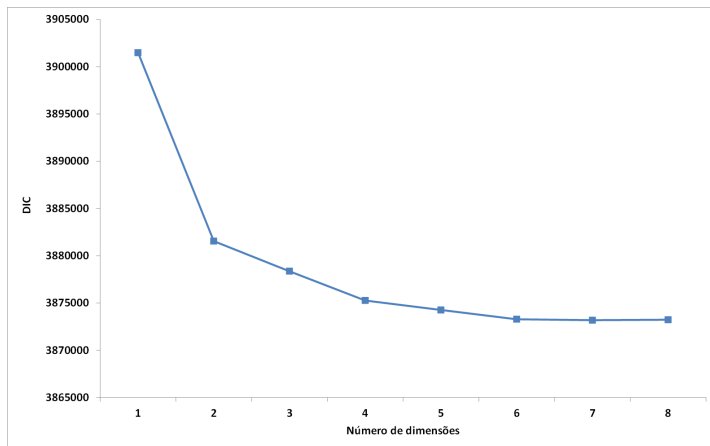
Pela Tabela (18), pode-se observar que o valor de DIC diminui a cada dimensão que é incluída no modelo, no entanto, este valor torna a subir no modelo de oito dimensões. Logo, por esse critério, o melhor modelo seria o de sete dimensões.

No entanto, como o trabalho em questão conta com uma amostra considerada muito grande, é comum que estes critérios considerem que um modelo seja melhor que o outro ainda que não haja diferenças expressivas. Dessa forma, a Figura (10) foi elaborada para mostrar comparativamente quanto diminui o DIC ao adicionar uma dimensão ao modelo.

Analisando a Figura (10), verifica-se que o modelo bidimensional diminui o DIC de forma mais significativa do que os demais modelos. O tetradimensional apresenta uma segunda queda, um pouco menos acentuada, mas que também se destaca.

Estas observações vão em encontro as análises feitas neste capítulo uma vez que no modelo bidimensional é possível identificar duas proficiências (raciocínio lógico e compreensão de textos), que se perceberam presentes em todos os modelos. E ainda, verificou-se que os modelos com mais de duas dimensões parecem não apontar com forte evidência para alguma outra proficiência.

Já o modelo tetradimensional se destacou pois em todos seus fatores tinham variância explicada alta, o que não ocorreu nos modelos com cinco ou mais dimensões.



Fonte: Elaboração da autora

Figura 10: DIC pelo número de dimensões

Dentro deste contexto, decidiu-se por comparar o modelo tetradiimensional feito conforme análise fatorial exploratória com o modelo de quatro dimensões que define previamente que os itens de cada uma das provas do Enem pertencem a uma dimensão distinta – conforme análise fatorial confirmatória. O DIC do primeiro foi 3.875.266 e do segundo 3.973.415, indicando que o modelo por análise fatorial exploratória é mais adequado.

O cálculo de duas vezes o logaritmo natural de RB entre esses dois modelos resultou em 99218, o que significa que o de quatro dimensões feito conforme análise fatorial exploratória é mais fortemente sustentado pelos dados que o outro. Neste sentido, ao se considerar quatro proficiências, essas não são totalmente determinadas pelos itens de cada área.

Apesar deste resultado, decidiu-se avaliar o DIC do modelo tetradiimensional por análise fatorial exploratória (3.875.266) e do bifatorial (3.882.676) a fim de identificar se, tendo uma dimensão geral no modelo, cada área do conhecimento formaria uma subdimensão. No entanto, além do valor de DIC desse primeiro modelo ser menor que do primeiro, ao fazer a razão de Bayes, obteve-se  $2 \times \ln(\text{RB}) = 8118$  que indica que há evidências muito fortes que o modelo de quatro dimensões é mais adequado que o bifatorial.



## 5 ANÁLISE EMPÍRICA DOS MODELOS AJUSTADOS


Neste capítulo, buscou-se interpretar os resultados dos modelos de duas formas: a primeira consistiu em dar subsídios para uma futura interpretação pedagógica da escala unidimensional; a segunda buscou apresentar um mapa de posicionamento dos itens para a escala bidimensional e tetradimensional.

### 5.0.1 Estudo da escala do modelo unidimensional

Uma vez que a seção 2.5 definiu as condições de um item âncora, determinou-se como níveis âncoras a média da escala do modelo unidimensional e cada ponto que marca um desvio-padrão abaixo ou acima dessa média. Como a distribuição do modelo unidimensional tem média zero e desvio-padrão um, obteve-se os seguintes níveis âncoras: -1, 0, 1, 2 e 3. Nessa escala criada, destacou-se os itens 100 de LC e 140 de MT como os mais fáceis. As Figuras (11) e (12) mostram o conteúdo e gabarito desses itens.

QUESTÃO 100

Não somos tão especiais



Extra, extra. Este macaco é humano.

Todas as características tidas como exclusivas dos humanos são compartilhadas por outros animais, ainda que em menor grau.

**INTELIGENCIA**  
A ideia de que somos os únicos animais racionais tem sido destruída desde os anos 40. A maioria das aves e mamíferos tem algum tipo de raciocínio.

**AMOR**  
O amor, tido como o mais elevado dos sentimentos, é parecido em várias espécies, como os corvos, que também criam laços duradouros, se preocupam com o ente querido e ficam de luto depois de sua morte.

**CONSCIÊNCIA**  
Chimpanzés se reconhecem no espelho. Orangotangos observam e enganam humanos distraídos. Sinais de que sabem quem são e se distinguem dos outros. Ou seja, são conscientes.

**CULTURA**  
O primatologista Frans de Waal juntou vários exemplos de cetáceos e primatas que são capazes de aprender novos hábitos e de transmiti-los para as gerações seguintes. O que é cultura se não isso?

BURGIERMAN, D. Superinteressante, n. 190, jul. 2003.

O título do texto traz o ponto de vista do autor sobre a suposta supremacia dos humanos em relação aos outros animais. As estratégias argumentativas utilizadas para sustentar esse ponto de vista são

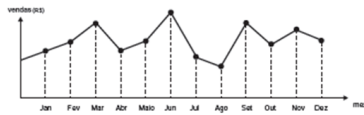
- A definição e hierarquia.
- B exemplificação e comparação.
- C causa e consequência.
- D finalidade e meios.
- E autoridade e modelo.

Fonte: Enem 2012 - Caderno de domingo.

Figura 11: Item 100 da prova de LC do caderno amarelo.

**QUESTÃO 140**

O dono de uma farmácia resolveu colocar à vista do público o gráfico mostrado a seguir, que apresenta a evolução do total de vendas (em Reais) de certo medicamento ao longo do ano de 2011.



De acordo com o gráfico, os meses em que ocorreram, respectivamente, a maior e a menor venda absolutas em 2011 foram

- A março e abril.
- B março e agosto.
- C agosto e setembro.
- D junho e setembro.
- E junho e agosto.

Fonte: Enem 2012 - Caderno de domingo.

Figura 12: Item 140 da prova de MT do caderno amarelo.

Já o item 35 de CH como o mais difícil. O conteúdo e gabarito desse item podem ser vistos na Tabela (13).

**QUESTÃO 35**

A experiência que tenho de lidar com aldeias de diversas nações me tem feito ver, que nunca índio fez grande confiança de branco e, se isto sucede com os que estão já civilizados, como não sucederá o mesmo com esses que estão ainda brutos.

NORONHA, M. Carta a J. Caldeira Brandt, 2 jan. 1751. Apud CHAM, M. M. Aldeamentos indígenas (Goiás: 1740-1811). São Paulo: Nobel, Brasília: INL, 1993 (adaptado).

Em 1749, ao separar-se de São Paulo, a capitania de Goiás foi governada por D. Marcos de Noronha, que atendeu às diretrizes da política indigenista pombalina que incentivava a criação de aldeamentos em função

- A das constantes rebeliões indígenas contra os brancos colonizadores, que ameaçavam a produção de ouro nas regiões mineradoras.
- B da propagação de doenças originadas do contato com os colonizadores, que dizimaram boa parte da população indígena.
- C do empenho das ordens religiosas em proteger o indígena da exploração, o que garantiu a sua supremacia na administração colonial.
- D da política racista da Coroa Portuguesa, contrária à miscigenação, que organizava a sociedade em uma hierarquia dominada pelos brancos.
- E da necessidade de controle dos brancos sobre a população indígena, objetivando sua adaptação às exigências do trabalho regular.

Fonte: Enem 2012 - Caderno de sábado.

Figura 13: Item 35 da prova de CH do caderno azul.

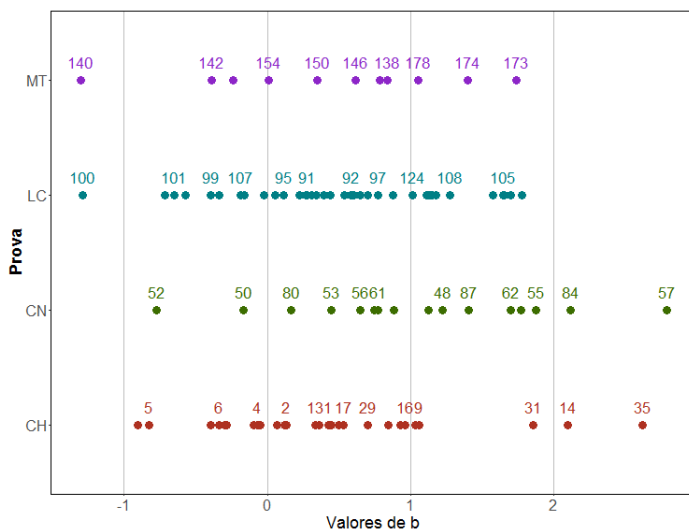


Segundo a matriz de referência do Enem, a habilidade exigida pelo item 100 de LC é "reconhecer no texto estratégias argumentativas empregadas para o convencimento do público, tais como a intimidação, sedução, comoção, chantagem, entre outras", enquanto do 140 de MT é "interpretar gráfico cartesiano que represente relações entre grandezas". Ambas foram posicionadas no nível -1 da escala criada pelo modelo unidimensional e aparentemente não sugerem muita dificuldade para serem respondidas.

Entretanto, para que o aluno acerte o item 35 de CH ele deve ter a habilidade de "analisar a ação dos estados nacionais no que se refere à dinâmica dos fluxos populacionais e no enfrentamento de problemas de ordem econômico-social" que está posicionada no nível 3 da escala e que parece cobrar um conteúdo mais específico.

O Anexo(B) apresenta a lista dos itens e habilidades por nível âncora.

Já em relação ao índice de dificuldade dos itens no modelo unidimensional, a Figura (14) foi elaborada para posicioná-los segundo o parâmetro  $b$ , considerando apenas os itens que possuem valores de  $a$  maiores que 0,7 e menores que 2,5, sendo eles itens âncoras ou não.



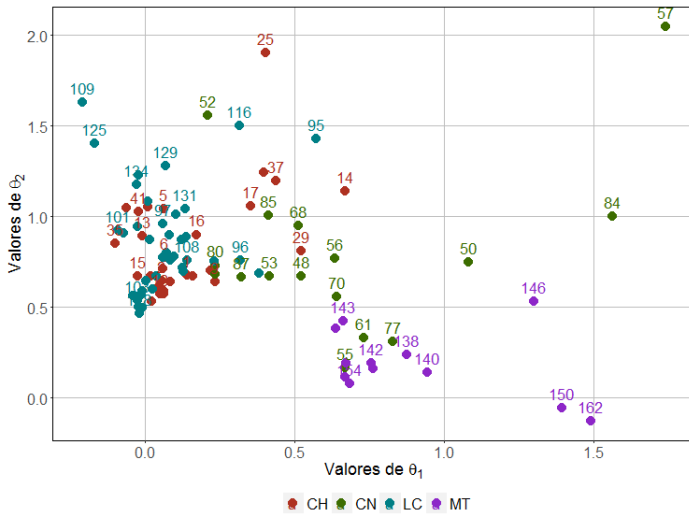
Fonte: Elaboração da autora

Figura 14: Posição dos itens que possuem valores de  $a$  maiores que 0,7 e menores que 2,5 segundo valores de  $\theta$ , por área de conhecimento.

Observa-se pela Figura (14) que na prova de CH os itens estão mais concentrados para  $b < 1$  com alguns pontos discrepantes posicionados com valores mais altos de  $b$ . Já na prova de CN, os itens estão mais concentrados em  $0 < b < 2$ , indicando que há itens mais difíceis. A prova de MT possui poucos itens com valor de  $0,7 < a < 2,5$ , grande parte dos itens dessa prova que não apareceram na figura possuem  $a > 2,5$ . Por fim, a prova de LC é a que possui mais itens com  $0,7 < a < 2,5$ , bom índice de discriminação, e eles estão bem distribuídos entre  $-1 < b < 2$ .

### 5.0.2 Posicionamento de itens no plano de dois fatores

Para o modelo bidimensional, se posicionou os itens segundo o  $\theta_1$  e o  $\theta_2$ . A Figura (15) apresenta a distribuição dos mesmos itens apresentados na Figura (14) .



Fonte: Elaboração da autora

Figura 15: Posição de alguns itens segundo valores de  $\theta_1$  e  $\theta_2$ , por área de conhecimento do item.

Observa-se na Figura (15) que os itens das provas de CH e LC exigem uma proficiência maior em  $\theta_2$ , leitura e interpretação de textos,

e menor em  $\theta_1$ , raciocínio lógico, para responder o item corretamente. Enquanto os das provas de CN e MT exigem o contrário, uma proficiência alta em raciocínio lógico e baixa em leitura e interpretação de textos. Esta figura revalida a suposição que uma dimensão está associada à proficiência em leitura e compreensão de textos enquanto a outra à proficiência em raciocínio lógico.

Além disso, verifica-se que a maioria dos itens de CH e LC estão próximos uns dos outros (proficiência moderada em leitura e compreensão de textos e baixa em raciocínio lógico). Sendo que entre esses itens, observa-se que os de LC exigem um pouco mais compreensão de texto e os de CH exigem um pouco mais de raciocínio lógico.

Entre eles, o item que mais exige raciocínio lógico é o 14 de CH. A Figura (16) mostra o conteúdo da questão.

#### QUESTÃO 14

A soma do tempo gasto por todos os navios de carga na espera para atracar no porto de Santos é igual a 11 anos — isso, contando somente o intervalo de janeiro a outubro de 2011. O problema não foi registrado somente neste ano. Desde 2006 a perda de tempo supera uma década.

Folha de S. Paulo, 25 dez. 2011 (adaptado).

A situação descrita gera consequências em cadeia, tanto para a produção quanto para o transporte. No que se refere à territorialização da produção no Brasil contemporâneo, uma dessas consequências é a

- A realocação das exportações para o modal aéreo em função da rapidez.
- B dispersão dos serviços financeiros em função da busca de novos pontos de importação.
- C redução da exportação de gêneros agrícolas em função da dificuldade para o escoamento.
- D priorização do comércio com países vizinhos em função da existência de fronteiras terrestres.
- E estagnação da indústria de alta tecnologia em função da concentração de investimentos na infraestrutura de circulação.

Fonte: Enem 2012 - Caderno de sábado.

Figura 16: Item 14 da prova de Ciências Humanas do caderno azul.

Segundo a matriz de referência do Enem, para responder o item da Figura (16) corretamente o aluno deve saber "analisar fatores que explicam o impacto das novas tecnologias no processo de territorialização da produção". No entanto, o texto motivacional trás questões que podem exigir do aluno uma interpretação lógica da situação o que pode ter confundido os candidatos que não tinham uma proficiência alta em raciocínio lógico.

Sobre os itens de CN, alguns estão próximos dos de CH (proficiência moderada em leitura e compreensão de textos e baixa em raciocínio lógico), outros estão próximos dos de MT (proficiência baixa em leitura e compreensão de textos e moderada em raciocínio lógico) e outros estão isolados (proficiência moderada ou alta em leitura e compreensão de textos e alta em raciocínio lógico). O que está mais destoante é o 57. A Figura (17) mostra o conteúdo deste item.

#### QUESTÃO 57

Muitas espécies de plantas lenhosas são encontradas no cerrado brasileiro. Para a sobrevivência nas condições de longos períodos de seca e queimadas periódicas, próprias desse ecossistema, essas plantas desenvolveram estruturas muito peculiares.

As estruturas adaptativas mais apropriadas para a sobrevivência desse grupo de plantas nas condições ambientais do referido ecossistema são:

- A Cascas finas e sem sulcos ou fendas.
- B Caules estreitos e retilíneos.
- C Folhas estreitas e membranosas.
- D Gemas apicais com densa pilosidade.
- E Raízes superficiais, em geral, aéreas.


Fonte: Enem 2012 - Caderno de sábado.

Figura 17: Item 57 da prova de Ciências da Natureza do caderno azul.

A habilidade medida por este item segundo a matriz de referência do Enem é "associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros". Esta questão exige uma proficiência alta tanto em raciocínio lógico como em leitura e interpretação de textos para ser respondida corretamente. O provável motivo é que este item cobre um conteúdo muito específico e por isso somente

alunos com proficiência alta nessas duas áreas domine o assunto.

Já sobre os itens de MT, alguns estão próximos dos de CN e outros estão isolados (itens que exigem alta proficiência em raciocínio lógico e baixa em leitura e compreensão de textos). Sendo que o item 146 é o que exige maior proficiência em leitura e interpretação de texto. Segundo a matriz de referência do Enem a habilidade medida por ele é: avaliar propostas de intervenção na realidade utilizando conhecimentos numéricos. A Figura (18) mostra o conteúdo deste item que indica que apesar de ser uma questão de matemática em que o aluno deve saber realizar os cálculos, ele tem que retirar do texto as informações contextualizadas na situação descrita.

**QUESTÃO 146** 

Um maquinista de trem ganha R\$ 100,00 por viagem e só pode viajar a cada 4 dias. Ele ganha somente se fizer a viagem e sabe que estará de férias de 1° a 10 de junho, quando não poderá viajar. Sua primeira viagem ocorreu no dia primeiro de janeiro. Considere que o ano tem 365 dias.

Se o maquinista quiser ganhar o máximo possível, quantas viagens precisará fazer?

A 37

B 51

C 88

D 89

E 91

Fonte: Enem 2012 - Caderno de domingo.

Figura 18: Item 146 da prova de Matemática do caderno amarelo.

Dessa forma, pode-se concluir que as provas de LC e MT são as mais diferentes já que estão em quadrantes opostos do diagrama. E ainda, que a prova de CN não segue um grupamento como sugere as demais provas.

### 5.0.3 Análise do modelo de quatro dimensões

Para o modelo de quatro dimensões em que não foram definidos quais itens pertenciam a cada uma das dimensões (por análise fatorial exploratória), foi construída a Tabela (19) que indica os valores de  $\theta$  dos mesmos itens da subseção anterior com sua posição em cada uma das dimensões. Os valores mais altos foram pintados de cinza a fim de identificar o fator que é mais exigido do avaliado para que ele responda

corretamente ao item.

Tabela 19: Posição de alguns itens segundo valores de  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$  e  $\theta_4$

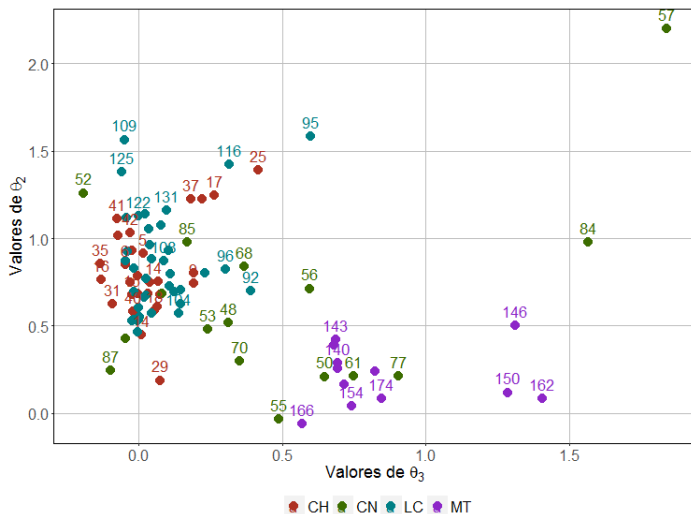
Item	$\theta_1$	$\theta_2$	$\theta_3$	$\theta_4$	Item	$\theta_1$	$\theta_3$	$\theta_3$	$\theta_4$
1/CH	0,14	0,75	0,04	0,34	95/LC	0,32	1,58	0,60	0,11
2/CH	-0,01	0,69	0,03	0,16	96/LC	0,30	0,82	0,30	-0,01
4/CH	0,18	0,76	0,07	0,36	97/LC	-0,10	0,96	0,04	0,25
5/CH	-0,23	0,91	0,02	0,39	99/LC	0,11	0,80	0,23	0,04
6/CH	0,10	0,85	-0,05	0,34	100/LC	-0,09	0,69	0,12	-0,11
9/CH	0,16	0,74	0,19	0,30	101/LC	-0,10	0,77	0,03	-0,11
13/CH	-0,02	0,93	-0,02	0,13	102/LC	0,06	0,57	0,05	-0,07
14/CH	0,67	0,45	0,01	1,17	103/LC	0,02	0,53	0,00	-0,04
15/CH	-0,05	0,68	-0,02	0,09	104/LC	-0,05	0,57	0,14	-0,08
16/CH	0,30	0,76	-0,13	0,71	105/LC	0,28	1,12	-0,04	0,22
17/CH	0,44	1,24	0,26	0,35	106/LC	0,23	0,93	-0,04	-0,03
18/CH	0,02	0,59	0,05	0,01	107/LC	0,00	0,62	0,14	-0,06
22/CH	0,13	0,68	-0,01	0,08	108/LC	0,24	0,87	0,09	0,11
25/CH	0,13	1,39	0,41	-0,47	109/LC	-0,12	1,56	-0,05	-0,11
27/CH	0,07	0,79	-0,01	0,21	110/LC	-0,06	0,88	0,04	-0,05
28/CH	0,03	0,68	0,07	0,08	111/LC	-0,15	0,67	0,02	0,37
29/CH	-0,02	0,19	0,07	0,71	112/LC	-0,20	0,70	0,14	0,07
30/CH	0,06	0,61	0,06	-0,01	113/LC	0,20	0,93	0,10	-0,01
31/CH	0,28	0,63	-0,09	0,28	114/LC	0,13	0,83	-0,02	-0,19
33/CH	0,22	0,80	0,19	0,09	116/LC	0,24	1,42	0,31	-0,21
35/CH	0,17	0,85	-0,13	-0,06	118/LC	0,03	0,46	-0,01	-0,03
37/CH	0,47	1,22	0,18	0,96	119/LC	0,02	0,69	-0,02	0,09
38/CH	0,08	1,22	0,22	0,87	120/LC	0,05	0,55	0,00	-0,06
40/CH	0,03	0,58	-0,02	0,14	121/LC	-0,02	0,53	0,00	-0,04
41/CH	0,03	1,11	-0,08	0,19	122/LC	-0,05	1,13	0,00	0,20
42/CH	-0,15	1,03	-0,03	0,31	123/LC	0,16	0,87	-0,05	0,26
43/CH	-0,16	1,02	-0,07	0,25	124/LC	0,05	0,54	-0,02	0,03
44/CH	0,11	0,75	-0,03	0,10	125/LC	-0,09	1,38	-0,06	-0,05
48/CN	0,76	0,52	0,31	0,09	126/LC	0,04	0,53	-0,02	-0,01
50/CN	0,13	0,21	0,65	1,17	128/LC	0,03	0,60	0,00	-0,01
52/CN	0,21	1,26	-0,19	1,19	129/LC	0,45	1,05	0,04	-0,34
53/CN	0,04	0,48	0,24	0,65	131/LC	0,17	1,16	0,10	0,11
55/CN	0,01	-0,03	0,49	0,48	133/LC	-0,05	0,67	0,02	0,14
56/CN	-0,02	0,71	0,60	0,57	134/LC	0,08	1,14	0,02	-0,12
57/CN	1,56	2,20	1,84	0,44	135/LC	-0,18	1,07	0,08	-0,02
61/CN	0,06	0,22	0,75	0,46	138/MT	-0,09	0,24	0,82	0,14
62/CN	0,21	0,43	-0,05	0,67	140/MT	-0,12	0,29	0,69	-0,15
68/CN	0,71	0,84	0,37	-0,11	142/MT	0,04	0,26	0,69	-0,08
70/CN	0,80	0,30	0,35	0,30	143/MT	-0,02	0,42	0,69	0,33
77/CN	0,09	0,21	0,90	0,42	146/MT	-0,09	0,50	1,31	0,37
80/CN	0,15	0,68	0,08	0,59	150/MT	-0,19	0,12	1,28	0,00
84/CN	-0,28	0,98	1,56	0,64	154/MT	0,05	0,04	0,74	0,17
85/CN	0,48	0,98	0,17	0,86	162/MT	-0,24	0,08	1,40	0,02
87/CN	0,52	0,25	-0,10	0,50	166/MT	0,04	-0,06	0,57	0,41
91/LC	0,07	0,80	0,11	-0,01	173/MT	0,05	0,39	0,68	0,14
92/LC	0,05	0,70	0,39	0,05	174/MT	0,27	0,08	0,84	0,06
94/LC	0,02	0,73	0,11	-0,04	178/MT	0,15	0,17	0,72	0,03

Fonte: Elaboração da autora

Como pode-se observar, a maioria dos itens estão posicionados em  $\theta_2$  e  $\theta_3$ , sendo que os da prova de CH e LC em sua maioria em  $\theta_2$  e os de MT em  $\theta_3$ . Estes são os dois fatores com as maiores somas de quadrado das cargas fatoriais: 36,71 e 22,06, respectivamente. Os outros dois fatores apresentaram valores iguais a 5,87 e 7,08, sendo o primeiro de  $\theta_1$  e o segundo de  $\theta_4$ . Verifica-se que a prova de CN é a única em que os itens não exigem do avaliado uma alta proficiência em uma mesma dimensão.

Dessa forma, a Figura (19) apresenta a distribuição entre  $\theta_2$  e  $\theta_3$  desses itens que apontam para as mesmas proficiências indicadas na subseção anterior: leitura e interpretação de textos e raciocínio lógico,

respectivamente.



Fonte: Elaboração da autora

Figura 19: Posição de alguns itens segundo valores de  $\theta_2$  e  $\theta_3$ , por área de conhecimento do item.

Neste modelo, pode-se observar que o padrão da distribuição dos itens se manteve. No entanto, cabe destacar que o item 14 no modelo bidimensional se destacava como o item de CH que se exigia maior proficiência do aluno em raciocínio lógico para respondê-lo corretamente, mas neste modelo o mesmo não ocorre. Para este item, a maior carga fatorial está em F4. No entanto, ao analisar os itens que pertencem a essa dimensão, não foi possível indicar para qual proficiência esse fator estaria apontando.





## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Enem é uma avaliação de larga escala popular no país e utiliza a TRI desde 2009. O Inep faz a análise da dimensionalidade das provas objetivas que compõe o exame, pois, para o modelo de TRI proposto, as provas devem ser essencialmente unidimensionais. No entanto, há uma carência de estudos da dimensionalidade do exame considerando-o como prova única com 180 itens, principalmente no que se refere aos modelos multidimensionais. Este estudo contribui para reparar esta falta e ajuda a entender melhor a relação entre as provas do exame. Este capítulo traz as principais conclusões desta dissertação.

Foi observado na seção que trata do modelo unidimensional que todas as áreas do conhecimento podem ser, em termos matemáticos, agregadas e gerar uma medida unidimensional de proficiência. Isso porque ao ajustar o modelo, a análise de componentes principais sobre a matriz de correlação tetracórica dos itens apresentou que o maior autovalor é muito superior aos demais, demonstrando uma dimensão dominante o que ratifica a hipótese de que a prova agregada das quatro áreas pode ser considerada essencialmente unidimensional. Além disso, não houve item que apresentou calibração que fosse considerada incoerente. Ademais, foi identificado que a correlação entre as proficiências geradas pelo modelo estudado e a média das proficiências oficiais divulgadas pelo Inep é bastante alta, indicando que o traço latente único do avaliado é uma boa aproximação para esta outra medida. No entanto, este modelo poderia apresentar uma desvantagem caso as IES queiram atribuir pesos diferentes para as provas que ela julga que o avaliado deveria ter maior domínio para ingressar em um determinado curso. Para este modelo foi gerada uma escala por níveis âncoras e sugere-se para futuras pesquisas uma interpretação pedagógica dessa escala.

Verificou-se também que o modelo bidimensional se ajustou bem aos dados, pois os itens ficaram bem calibrados e foi possível identificar uma perceptível diferenciação entre uma dimensão com itens que estão relacionados à leitura e interpretação de textos – em geral os de CH e LC – e outra ligada ao raciocínio lógico – via de regra, os de MT. Já os itens de CN oscilam entre esses dois fatores. No entanto, ao se considerar cada uma das componentes curriculares da prova de CN (biologia, física e química), já se tornou possível identificar alguns padrões. Os itens de biologia normalmente tem a maior carga fatorial na dimensão de leitura e interpretação de textos. Os de física, na de raciocínio lógico. Já na componente curricular química, há itens com alta

carga em raciocínio lógico, outros em leitura e interpretação de textos e outros com cargas moderadas nos dois fatores. Para este modelo, os itens foram posicionados e estudos futuros podem utilizar este posicionamento como base para uma análise pedagógica. Sugere-se também uma pesquisa específica para a prova de química que apresentou um comportamento singular.

Por fim, o modelo multidimensional de quatro dimensões em que não foram definidos a priori quais itens pertenciam a cada um dos fatores foi o modelo mais complexo que se analisou. No entanto, apesar deste modelo ter ficado bem ajustado aos dados, cada um dos quatro fatores gerados não pareceu indicar para uma área do conhecimento do Enem. Ademais, em dois fatores foi possível identificar as duas proficiências observadas no modelo bidimensional, mas os outros dois não pareceram apontar para alguma outra característica interpretável do teste. Inclusive, a soma dos quadrados dos fatores ligados à leitura e interpretação de textos e ao raciocínio lógico foram muito superiores ao dos outros dois. Dado isso, ao se posicionar os itens, não houve diferenças gráficas expressivas ao se comparar com o modelo bidimensional.

Portanto, observou-se que, pelo fato da prova poder ser considerada essencialmente unidimensional, pode-se inferir que os alunos com alta proficiência dominam todas as áreas do conhecimento presentes no Enem. No entanto, ao se fazer análises de modelos mais complexos, verificou-se uma distinção de duas proficiências – raciocínio lógico e leitura e interpretação de textos – que sugeriram o modelo bidimensional como o mais adequado para gerar as proficiências dos alunos.

## REFERÊNCIAS

- ALBERT, J. *Introduction to Bayes Factors*. 2014. <<https://cran.r-project.org/web/packages/LearnBayes/vignettes/BayesFactors.pdf>>. Acessado em 26/05/2016.
- ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R.; VALLE, R. C. *Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações*. Pará: Universidade Federal do Pará, 2000.
- AYALA, R. J. *The Theory and Practice of Item Response Theory*. New York: The Guilford Press, 2009.
- BARBETTA, P. A.; ANDRADE, D. F.; BORGATTO, A. F. Análise de provas do Enem segundo modelos de tri multidimensionais. In: *CONBRATRI II*. Salvador, Bahia: [s.n.], 2011.
- BARBETTA, P. A. et al. Análise da prova de conhecimentos gerais do vestibular da UNESP – 2012 por modelos uni e multidimensionais da Teoria da Resposta ao Item. In: *CONBRATRI III*. Belém, Pará: [s.n.], 2012.
- BARBETTA, P. A. et al. Aplicação da teoria da resposta ao item uni e multidimensional. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 25, n. 57, p. 280–302, 2014.
- BERNINI, C.; MATTEUCCI, M.; MIGNANI, S. Investigating heterogeneity in residents' attitudes toward tourism with an irt multidimensional approach. *QUALITY & QUANTITY*, v. 49, n. 2, p. 805–826, 2015.
- BOCK, R. D.; GIBBONS, R.; MURAKI, E. Full-information item factor analysis. *Psychological Measurement*, v. 12, n. 3, p. 261 – 281, 1988.
- BORGATTO, A. F.; ANDRADE, D. F. Análise clássica de testes com diferentes graus de dificuldade. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 23, n. 52, p. 146 – 156, 2012.
- CHALMERS, P. *Package mirt version 1.9*. 2015. <<http://cran.r-project.org/web/packages/mirt/mirt.pdf>>. Acessado em 26/09/2015.

COSTA, C. E. S. *Análise da dimensionalidade e modelagem multidimensional pela TRI no Enem (1998-2008)*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

DIMITROV, D. M.; SHAMRANI, A. R. Psychometric features of the general aptitude test—verbal part (gat-v): A large-scale assessment of high school graduates in saudi arabia. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, v. 48, n. 2, p. 79–94, 2015.

GATTI, B. A. Avaliação educacional no brasil: pontuando uma história de ações. *EccoS Revista Científica*, v. 4, n. 1, p. 17 – 41, 2002.

GIBBONS, R. D.; HEDEKER, D. R. Full-information item bi-factor analysis. *Psychometrika*, v. 57, n. 3, p. 423 – 436, 1992.

HOLZINGER KARL J.AND SWINEFORD, F. The bi-factor method. *Psychometrika*, v. 2, n. 1, p. 41–54, 1937.

INEP. *Documento básico do Enem*. 2002.

<<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me000115.pdf>>. Acessado em 19/07/2016.

INEP. *Matriz de referência do Enem*. 2009.

<[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/downloads/2012/matriz\\_referencia\\_enem.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_enem.pdf)>. Acessado em 27/01/2016.

INEP. *Entenda a sua nota no Enem - Guia do Participante*. 2012.

<[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/guia\\_participante/2013/guia\\_do\\_participante\\_notas.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/guia_participante/2013/guia_do_participante_notas.pdf)>. Acessado em 26/09/2015.

INEP. *Microdados para download*. 2013.

<<http://portal.inep.gov.br/basica-levantamentos-acessar>>. Acessado em 26/09/2015.

INEP. *Conheça o Inep*. 2015. <<http://portal.inep.gov.br/conheca-oinep>>. Acessado em 26/09/2015.

INEP. *Edital Nº 6, de 15 de maio de 2015 - Enem 2015*. 2015.

<[http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/edital/2015/edital\\_enem\\_2015.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/edital/2015/edital_enem_2015.pdf)>. Acessado em 26/09/2015.

INEP. *Histórico do Saeb*. 2015.

<<http://portal.inep.gov.br/web/saeb/historico>>. Acessado em 23/01/2016.

- INEP. *Sobre o Enem*. 2015. <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/sobre-o-enem>>. Acessado em 26/09/2015.
- INEP. *Mapa de itens - Entenda as escalas de proficiências*. 2016. <<http://mapaitensenem.inep.gov.br/mapaNota/>>. Acessado em 19/07/2016.
- KASS, R. E.; RAFTERY, A. E. Bayes factors. *Journal of the American Statistical Association*, v. 90, n. 430, p. 773–795, 1995.
- LI, Y.; JIAO, H.; LISSITZ, R. W. Applying multidimensional item response theory models in validating test dimensionality: An example of k–12 large-scale science assessment. *Journal of Applied Testing Technology*, v. 13, n. 2, p. 1–27, 2012.
- MEC. *O que é o Sisu*. 2016. <[http://sisu.mec.gov.br/sisu#o\\_que\\_e](http://sisu.mec.gov.br/sisu#o_que_e)>. Acessado em 26/01/2016.
- OLIVERI, M. E.; DAVIER, M. Investigation of model fit and score scale comparability in international assessments. *Psychological Test and Assessment Modeling*, v. 53, n. 3, p. 315–333, 2011.
- PAN, J. X.; THOMPSON, R. Quasi-Monte Carlo EM algorithm for MLEs in generalized linear mixed models. In: PAYNE, R.; GREEN, P. (Ed.). *COMPSTAT*. United Kingdom: Springer, 1998. cap. 58, p. 419 – 424.
- PASQUALI, L. *Psicometria – Teoria dos testes na psicologia e na educação*. Petrópolis: Vozes, 2004.
- QUARESMA, E. S. A. *Modelagem para construção de escalas avaliativas e classificatórias em exames seletivos usando a teoria da resposta ao item uni e multidimensional*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- R CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna, Austria, 2015. <[www.R-project.org](http://www.R-project.org)>. Acessado em 26/09/2015.
- RECKASE, M. D. *Multidimensional Item Response Theory*. USA: Springer, 2009.
- REISE, S. P.; MORIZOT, J.; HAYS, R. D. The role of the bifactor model in resolving dimensionality issues in health outcomes measures. *Quality of Life Research*, v. 16, n. 1, p. 19 – 31, 2007.

REVELLE, W. *Package 'psych' version 1.5.1*. 2015. <<http://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>>. Acessado em 26/09/2015.

Sou mais Enem. *Análise da Prova do ENEM 2012 - Física*. 2015. <<http://soumaisenem.com.br/fisica/como-estudar-fisica-para-o-enem/analise-da-prova-do-enem-2012-fisica>>. Acessado em 15/12/2015.

Sou mais Enem. *Análise da Prova do ENEM 2012 - Química*. 2015. <<http://soumaisenem.com.br/quimica/como-estudar-quimica-para-o-enem/analise-da-prova-do-enem-2012-quimica>>. Acessado em 15/12/2015.

Sou mais Enem. *Resolução comentada: ENEM 2012*. 2015. <<http://soumaisenem.com.br/biologia/como-estudar-biologia-para-o-enem/resolucao-comentada-enem-2012>>. Acessado em 15/12/2015.

SPIEGELHALTER, D. J. et al. Bayesian measures of model complexity and fit. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, v. 64, n. 4, p. 583 – 639, 2002.

TEZZA, R.; BORNIA, A. C.; ANDRADE, D. F. Measuring web usability using item response theory: Principles, features and opportunities. *Psychometrika*, v. 57, n. 3, p. 423 – 436, 1992.

WALKER, C. M.; BERETVAS, S. N. Comparing multidimensional and unidimensional proficiency classifications: Multidimensional irt as a diagnostic aid. *Journal of Educational Measurement*, v. 40, n. 3, p. 255–275, 2003.

## **ANEXO A - Parâmetros dos itens dos modelos apresentados**





Tabela 20: Parâmetros dos itens do modelo unidimensional.

Item	Prova	$a_1$	$d$	$c$	$b$
1	CH	2,25	-0,96	0,13	0,43
2	CH	2,19	-0,29	0,23	0,13
3	CH	0,31	-1,38	0,12	4,46
4	CH	2,31	0,16	0,22	-0,07
5	CH	1,34	1,10	0,25	-0,83
6	CH	1,84	0,62	0,35	-0,34
7	CH	2,96	0,09	0,24	-0,03
8	CH	2,60	0,02	0,15	-0,01
9	CH	2,46	-2,60	0,20	1,06
10	CH	0,67	0,43	0,10	-0,65
11	CH	3,40	-1,63	0,27	0,48
12	CH	3,11	-3,11	0,06	1,00
13	CH	1,46	-0,49	0,06	0,33
14	CH	1,41	-2,96	0,20	2,10
15	CH	1,90	0,18	0,30	-0,10
16	CH	1,67	-1,61	0,22	0,96
17	CH	1,51	-0,80	0,19	0,53
18	CH	2,49	-0,17	0,28	0,07
19	CH	3,40	0,34	0,34	-0,10
20	CH	3,10	-5,09	0,17	1,64
21	CH	3,42	-0,62	0,27	0,18
22	CH	2,22	-1,11	0,21	0,50
23	CH	0,37	-1,79	0,19	4,81
24	CH	3,05	-0,83	0,19	0,27
25	CH	0,81	-0,10	0,25	0,12
26	CH	3,01	-1,45	0,13	0,48
27	CH	1,96	-0,86	0,11	0,44
28	CH	2,28	0,12	0,08	-0,05
29	CH	1,95	-1,37	0,12	0,70
30	CH	2,36	-2,19	0,17	0,93
31	CH	2,25	-4,17	0,22	1,86
32	CH	2,51	-0,60	0,25	0,24
33	CH	2,24	-1,89	0,15	0,85
34	CH	0,47	-1,11	0,12	2,35
35	CH	1,41	-3,70	0,22	2,62
36	CH	3,62	-4,87	0,24	1,35
37	CH	1,35	-0,60	0,16	0,45
38	CH	1,31	-0,47	0,03	0,36
39	CH	2,72	-2,32	0,14	0,85
40	CH	2,49	0,75	0,26	-0,30
41	CH	1,33	0,38	0,30	-0,28
42	CH	1,29	1,17	0,09	-0,90
43	CH	1,19	0,47	0,06	-0,39
44	CH	1,96	-2,03	0,14	1,03
45	CH	3,58	-4,30	0,19	1,20
46	CN	2,73	-1,87	0,05	0,69
47	CN	3,08	-0,62	0,21	0,20
48	CN	2,23	-2,72	0,21	1,22
49	CN	3,53	-2,75	0,14	0,78
50	CN	1,40	0,23	0,25	-0,17
51	CN	3,75	-1,53	0,22	0,41
52	CN	0,97	0,75	0,08	-0,78
53	CN	2,39	-1,06	0,14	0,44
54	CN	2,74	-1,61	0,15	0,59
55	CN	2,37	-4,43	0,05	1,87
56	CN	1,93	-1,24	0,29	0,64
57	CN	0,71	-1,98	0,04	2,78
58	CN	3,23	-2,59	0,35	0,80
59	CN	4,84	-4,95	0,22	1,02
60	CN	5,72	-6,34	0,23	1,11
61	CN	2,29	-1,77	0,14	0,77
62	CN	2,28	-3,87	0,19	1,70
63	CN	2,98	-1,56	0,22	0,52
64	CN	4,15	-2,32	0,16	0,56
65	CN	4,27	-4,36	0,15	1,02
66	CN	3,22	-4,57	0,17	1,42
67	CN	5,27	-7,26	0,29	1,38
68	CN	1,69	-1,27	0,12	0,75
69	CN	3,00	-1,04	0,25	0,35
70	CN	2,27	-4,02	0,13	1,77
71	CN	2,99	0,76	0,17	-0,25
72	CN	3,94	-1,21	0,25	0,31
73	CN	3,70	-5,51	0,16	1,49
74	CN	2,74	-4,28	0,15	1,56

75	CN	3,31	-2,90	0,21	0,88
76	CN	3,29	-2,76	0,18	0,84
77	CN	2,04	-2,29	0,19	1,12
78	CN	2,89	-3,42	0,25	1,18
79	CN	3,63	-3,94	0,32	1,08
80	CN	2,17	-0,36	0,41	0,17
81	CN	3,27	-2,18	0,18	0,67
82	CN	4,61	-3,34	0,16	0,72
83	CN	3,09	-3,30	0,12	1,07
84	CN	1,03	-2,17	0,15	2,12
85	CN	1,61	-1,42	0,22	0,88
86	CN	4,58	-3,73	0,18	0,82
87	CN	2,44	-3,42	0,18	1,40
88	CN	3,25	-3,74	0,13	1,15
89	CN	3,36	-3,00	0,12	0,89
90	CN	5,41	-4,51	0,18	0,83
91	LC	1,86	-0,51	0,11	0,27
92	LC	2,34	-1,36	0,19	0,58
93	LC	2,87	-4,85	0,25	1,69
94	LC	1,91	-1,14	0,50	0,60
95	LC	1,15	-0,13	0,11	0,11
96	LC	2,14	-1,25	0,12	0,58
97	LC	1,49	-1,15	0,15	0,77
98	LC	0,52	-0,56	0,16	1,06
99	LC	2,14	0,85	0,09	-0,40
100	LC	1,60	2,07	0,23	-1,29
101	LC	1,28	0,84	0,06	-0,65
102	LC	2,24	-0,26	0,13	0,11
103	LC	2,18	-0,48	0,11	0,22
104	LC	2,13	0,72	0,23	-0,34
105	LC	1,54	-2,54	0,37	1,64
106	LC	1,58	-2,61	0,28	1,65
107	LC	2,19	0,41	0,30	-0,19
108	LC	1,93	-2,45	0,13	1,27
109	LC	0,72	-0,84	0,09	1,18
110	LC	1,36	-1,56	0,13	1,15
111	LC	1,73	-2,93	0,18	1,70
112	LC	1,68	1,20	0,16	-0,71
113	LC	1,72	-0,09	0,11	0,05
114	LC	1,31	-0,45	0,21	0,34
115	LC	2,77	-0,94	0,23	0,34
116	LC	1,05	0,03	0,15	-0,03
117	LC	2,76	-2,15	0,12	0,78
118	LC	2,48	-1,62	0,21	0,65
119	LC	1,95	-1,37	0,11	0,70
120	LC	2,15	-1,15	0,20	0,53
121	LC	1,98	-0,77	0,19	0,39
122	LC	1,21	-2,15	0,11	1,77
123	LC	1,79	-0,56	0,08	0,31
124	LC	2,29	-2,32	0,19	1,02
125	LC	0,85	-1,35	0,19	1,58
126	LC	2,38	-2,09	0,27	0,88
127	LC	3,10	-4,28	0,30	1,38
128	LC	2,09	-0,92	0,20	0,44
129	LC	1,04	-1,16	0,21	1,11
130	LC	3,17	-3,68	0,12	1,16
131	LC	1,39	-1,57	0,15	1,13
132	LC	2,56	-0,07	0,28	0,03
133	LC	2,02	-0,54	0,18	0,27
134	LC	1,12	0,18	0,05	-0,16
135	LC	1,09	0,62	0,10	-0,57
136	MT	3,48	-1,44	0,14	0,41
137	MT	3,54	-1,60	0,09	0,45
138	MT	1,82	-1,52	0,18	0,84
139	MT	3,37	-2,27	0,15	0,67
140	MT	1,61	2,10	0,29	-1,30
141	MT	2,77	1,50	0,24	-0,54
142	MT	2,17	0,85	0,15	-0,39
143	MT	2,40	0,57	0,12	-0,24
144	MT	3,32	0,58	0,16	-0,17
145	MT	3,91	-0,06	0,23	0,02
146	MT	1,28	-0,79	0,12	0,61
147	MT	4,20	-3,06	0,27	0,73
148	MT	3,43	-3,44	0,24	1,00
149	MT	4,73	-4,55	0,20	0,96
150	MT	0,95	-0,33	0,10	0,35

151	MT	4,06	-2,24	0,22	0,55
152	MT	2,94	-1,58	0,13	0,54
153	MT	4,06	-1,78	0,20	0,44
154	MT	2,17	-0,01	0,19	0,01
155	MT	3,63	-1,15	0,16	0,32
156	MT	4,17	-1,08	0,16	0,26
157	MT	2,62	0,06	0,23	-0,02
158	MT	3,95	-0,13	0,15	0,03
159	MT	3,05	-0,13	0,13	0,04
160	MT	2,84	1,08	0,24	-0,38
161	MT	3,53	-3,49	0,20	0,99
162	MT	0,97	-0,76	0,18	0,79
163	MT	3,40	-4,62	0,18	1,36
164	MT	3,45	-4,68	0,13	1,36
165	MT	5,83	-6,51	0,16	1,12
166	MT	2,24	-1,76	0,09	0,79
167	MT	2,83	0,58	0,15	-0,20
168	MT	4,38	-1,80	0,18	0,41
169	MT	3,56	-1,99	0,32	0,56
170	MT	2,51	-0,76	0,28	0,30
171	MT	2,91	-0,63	0,18	0,22
172	MT	4,17	-6,48	0,12	1,55
173	MT	2,49	-4,32	0,16	1,74
174	MT	2,01	-2,81	0,20	1,40
175	MT	3,08	-3,96	0,13	1,29
176	MT	4,15	-5,03	0,17	1,21
177	MT	5,06	-5,33	0,21	1,05
178	MT	2,42	-2,55	0,16	1,05
179	MT	4,83	-4,00	0,31	0,83
180	MT	5,14	-3,86	0,16	0,75

Fonte: Elaboração da autora

Tabela 21: Parâmetros dos itens do modelo bidimensional.

Item	Prova	$a_1$	$a_2$	$d$	$c$	$b$
1	CH	0,41	2,00	-1,05	0,13	0,52
2	CH	0,19	2,16	-0,35	0,23	0,16
3	CH	0,10	0,22	-1,40	0,12	5,77
4	CH	0,47	1,99	0,11	0,23	-0,05
5	CH	0,08	1,35	1,04	0,27	-0,77
6	CH	0,15	1,81	0,60	0,35	-0,33
7	CH	0,43	2,76	0,05	0,24	-0,02
8	CH	0,45	2,31	-0,02	0,15	0,01
9	CH	0,71	1,94	-2,73	0,20	1,32
10	CH	0,12	0,58	0,43	0,10	-0,73
11	CH	0,96	2,68	-1,76	0,27	0,62
12	CH	0,77	2,63	-3,33	0,06	1,22
13	CH	-0,02	1,58	-0,55	0,06	0,34
14	CH	0,54	0,92	-2,98	0,20	2,79
15	CH	-0,08	2,09	0,20	0,29	-0,09
16	CH	0,29	1,51	-1,70	0,22	1,11
17	CH	0,40	1,20	-0,86	0,20	0,68
18	CH	0,21	2,45	-0,20	0,28	0,08
19	CH	1,21	2,33	0,30	0,34	-0,11
20	CH	1,18	2,12	-5,24	0,17	2,16
21	CH	0,92	2,74	-0,71	0,28	0,25
22	CH	0,16	2,30	-1,25	0,21	0,54
23	CH	0,33	0,04	-1,73	0,18	5,20
24	CH	1,43	1,72	-0,87	0,19	0,39
25	CH	0,15	0,71	-0,15	0,26	0,21
26	CH	1,03	2,11	-1,51	0,13	0,64
27	CH	0,16	1,97	-0,96	0,11	0,48
28	CH	0,28	2,17	0,07	0,08	-0,03
29	CH	0,79	1,23	-1,40	0,12	0,96
30	CH	0,25	2,36	-2,38	0,17	1,00
31	CH	0,26	2,44	-4,71	0,22	1,92
32	CH	0,53	2,11	-0,64	0,25	0,30
33	CH	0,57	1,83	-2,01	0,15	1,05
34	CH	0,19	0,30	-1,13	0,12	3,15
35	CH	-0,19	1,63	-3,74	0,22	2,28
36	CH	1,42	2,40	-5,00	0,24	1,79

37	CH	0.38	1.04	-0.64	0.16	0.58
38	CH	0.33	1.03	-0.50	0.03	0.46
39	CH	0.46	2.50	-2.47	0.14	0.97
40	CH	0.10	2.65	0.72	0.27	-0.27
41	CH	-0.03	1.37	0.44	0.27	-0.32
42	CH	0.01	1.34	1.17	0.09	-0.88
43	CH	-0.08	1.34	0.44	0.06	-0.33
44	CH	0.06	2.10	-2.20	0.15	1.04
45	CH	0.74	3.15	-4.56	0.18	1.41
46	CN	1.20	1.62	-1.90	0.05	0.94
47	CN	1.94	1.26	-0.65	0.21	0.28
48	CN	1.02	1.31	-2.78	0.21	1.68
49	CN	1.91	1.72	-2.78	0.14	1.08
50	CN	0.88	0.61	0.18	0.26	-0.17
51	CN	1.24	2.66	-1.59	0.22	0.54
52	CN	0.12	0.89	0.74	0.09	-0.82
53	CN	0.94	1.52	-1.09	0.13	0.61
54	CN	2.13	0.77	-1.66	0.15	0.73
55	CN	1.99	0.49	-4.56	0.05	2.23
56	CN	0.90	1.09	-1.26	0.29	0.89
57	CN	0.34	0.40	-1.99	0.04	3.80
58	CN	2.08	1.29	-2.65	0.35	1.08
59	CN	3.02	2.02	-5.05	0.23	1.39
60	CN	4.36	1.68	-6.56	0.23	1.40
61	CN	1.60	0.73	-1.75	0.13	0.99
62	CN	0.64	1.85	-4.06	0.20	2.08
63	CN	1.43	1.64	-1.59	0.22	0.73
64	CN	2.31	1.97	-2.35	0.16	0.78
65	CN	1.74	2.80	-4.55	0.15	1.38
66	CN	1.83	1.49	-4.61	0.17	1.95
67	CN	4.71	1.08	-7.90	0.29	1.63
68	CN	0.62	1.15	-1.30	0.12	1.00
69	CN	1.59	1.50	-1.06	0.25	0.49
70	CN	1.25	1.09	-4.04	0.13	2.44
71	CN	1.29	1.79	0.73	0.16	-0.33
72	CN	3.01	1.22	-1.26	0.24	0.39
73	CN	3.47	0.03	-5.34	0.15	1.54
74	CN	2.03	0.70	-4.24	0.15	1.97
75	CN	1.02	2.49	-3.02	0.21	1.12
76	CN	1.63	1.77	-2.80	0.18	1.16
77	CN	1.49	0.56	-2.25	0.19	1.42
78	CN	2.12	0.98	-3.60	0.25	1.54
79	CN	1.97	1.77	-3.97	0.32	1.50
80	CN	0.56	1.75	-0.44	0.42	0.24
81	CN	1.43	1.97	-2.23	0.18	0.92
82	CN	2.74	1.99	-3.35	0.15	0.99
83	CN	1.53	1.65	-3.32	0.12	1.47
84	CN	0.64	0.41	-2.16	0.15	2.85
85	CN	0.49	1.20	-1.47	0.22	1.13
86	CN	2.34	2.38	-3.78	0.18	1.13
87	CN	0.83	1.72	-3.48	0.18	1.83
88	CN	1.75	1.59	-3.75	0.13	1.59
89	CN	1.55	1.94	-3.05	0.12	1.23
90	CN	3.51	2.08	-4.55	0.18	1.11
91	LC	0.22	1.78	-0.58	0.12	0.33
92	LC	0.87	1.57	-1.41	0.19	0.79
93	LC	0.03	3.01	-5.02	0.25	1.67
94	LC	0.20	1.83	-1.21	0.50	0.66
95	LC	0.34	0.85	-0.14	0.11	0.15
96	LC	0.66	1.58	-1.31	0.13	0.76
97	LC	0.09	1.46	-1.18	0.14	0.81
98	LC	0.06	0.49	-0.58	0.16	1.17
99	LC	0.52	1.71	0.82	0.09	-0.46
100	LC	0.14	1.56	2.04	0.25	-1.30
101	LC	-0.15	1.51	0.82	0.07	-0.54
102	LC	0.10	2.35	-0.34	0.14	0.14
103	LC	-0.13	2.61	-0.62	0.12	0.24
104	LC	0.33	1.90	0.71	0.23	-0.37
105	LC	0.14	1.38	-2.47	0.37	1.78
106	LC	0.03	1.62	-2.67	0.28	1.65
107	LC	0.36	1.96	0.37	0.31	-0.19
108	LC	0.33	1.80	-2.64	0.13	1.44
109	LC	-0.11	0.85	-0.86	0.09	1.01
110	LC	-0.04	1.49	-1.64	0.13	1.10
111	LC	0.16	1.75	-3.11	0.18	1.77
112	LC	0.24	1.55	1.16	0.17	-0.74

113	LC	0,22	1,59	-0,12	0,11	0,08
114	LC	-0,12	1,54	-0,53	0,22	0,34
115	LC	0,32	2,75	-1,09	0,23	0,39
116	LC	0,19	0,90	0,01	0,15	-0,01
117	LC	0,03	3,36	-2,64	0,13	0,79
118	LC	-0,12	3,02	-1,90	0,21	0,63
119	LC	0,01	2,18	-1,54	0,12	0,71
120	LC	-0,06	2,48	-1,31	0,21	0,53
121	LC	-0,18	2,50	-0,99	0,20	0,39
122	LC	0,01	1,30	-2,25	0,11	1,73
123	LC	0,14	1,81	-0,65	0,09	0,36
124	LC	-0,06	2,83	-2,78	0,20	0,98
125	LC	-0,12	0,99	-1,34	0,18	1,35
126	LC	-0,13	2,81	-2,31	0,27	0,82
127	LC	0,96	2,43	-4,54	0,30	1,73
128	LC	-0,04	2,39	-1,07	0,21	0,45
129	LC	0,06	1,10	-1,28	0,22	1,17
130	LC	0,32	3,48	-4,28	0,13	1,22
131	LC	0,17	1,33	-1,66	0,15	1,24
132	LC	0,61	2,07	-0,11	0,28	0,05
133	LC	0,12	2,10	-0,65	0,19	0,31
134	LC	-0,03	1,20	0,16	0,05	-0,14
135	LC	-0,02	1,15	0,62	0,10	-0,53
136	MT	2,80	0,99	-1,54	0,14	0,52
137	MT	2,57	1,15	-1,64	0,09	0,58
138	MT	1,50	0,41	-1,56	0,17	1,00
139	MT	2,69	0,85	-2,30	0,14	0,82
140	MT	1,46	0,22	2,36	0,16	-1,61
141	MT	1,92	0,92	1,59	0,20	-0,75
142	MT	1,75	0,45	0,99	0,09	-0,55
143	MT	1,51	0,97	0,59	0,10	-0,33
144	MT	2,74	0,76	0,69	0,13	-0,24
145	MT	3,31	1,03	-0,07	0,22	0,02
146	MT	0,93	0,38	-0,75	0,11	0,75
147	MT	3,59	1,00	-3,23	0,27	0,87
148	MT	2,38	1,19	-3,50	0,24	1,32
149	MT	4,54	0,86	-5,06	0,20	1,10
150	MT	1,01	-0,04	-0,26	0,07	0,25
151	MT	3,36	1,13	-2,43	0,22	0,69
152	MT	2,21	0,91	-1,63	0,13	0,68
153	MT	2,84	1,50	-1,88	0,20	0,59
154	MT	2,03	0,24	0,08	0,16	-0,04
155	MT	2,97	0,97	-1,21	0,15	0,39
156	MT	3,52	1,10	-1,16	0,16	0,31
157	MT	2,26	0,51	0,11	0,21	-0,05
158	MT	3,51	0,95	-0,15	0,14	0,04
159	MT	2,18	1,06	-0,16	0,12	0,06
160	MT	3,16	-0,10	1,47	0,14	-0,47
161	MT	2,52	1,05	-3,45	0,20	1,26
162	MT	0,94	-0,08	-0,48	0,10	0,51
163	MT	2,66	0,97	-4,85	0,18	1,71
164	MT	2,65	0,91	-4,76	0,13	1,70
165	MT	5,31	1,46	-7,43	0,16	1,35
166	MT	2,05	0,35	-1,84	0,09	0,88
167	MT	3,19	0,09	0,71	0,12	-0,22
168	MT	3,84	1,14	-1,99	0,18	0,50
169	MT	2,96	0,75	-1,94	0,31	0,64
170	MT	2,04	0,51	-0,67	0,27	0,32
171	MT	3,09	0,20	-0,65	0,16	0,21
172	MT	3,41	1,06	-6,84	0,12	1,92
173	MT	1,62	0,98	-4,41	0,16	2,32
174	MT	1,77	0,37	-2,92	0,20	1,62
175	MT	1,92	1,25	-3,98	0,13	1,74
176	MT	3,12	1,28	-5,25	0,17	1,56
177	MT	4,48	1,28	-5,95	0,21	1,28
178	MT	1,94	0,56	-2,57	0,16	1,27
179	MT	3,56	1,68	-4,25	0,31	1,08
180	MT	3,95	1,66	-4,10	0,15	0,96

Fonte: Elaboração da autora

Tabela 22: Parâmetros dos itens do modelo de quatro dimensões.

Item	Prova	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$d$	$c$	$b$
1	CH	0,28	1,51	0,08	0,69	-1,02	0,13	0,60
2	CH	-0,03	1,94	0,09	0,46	-0,35	0,23	0,17
3	CH	0,22	0,15	0,04	-0,04	-1,40	0,12	5,06
4	CH	0,35	1,45	0,13	0,68	0,16	0,21	-0,10
5	CH	-0,31	1,24	0,02	0,53	1,06	0,27	-0,76
6	CH	0,16	1,42	-0,08	0,56	0,64	0,34	-0,42
7	CH	0,23	2,62	0,38	0,10	0,06	0,24	-0,02
8	CH	0,18	1,81	0,12	0,87	-0,01	0,14	0,00
9	CH	0,32	1,49	0,38	0,61	-2,70	0,20	1,61
10	CH	-0,16	0,44	0,02	0,43	0,43	0,10	-0,69
11	CH	0,80	1,98	0,41	0,64	-1,67	0,27	0,73
12	CH	0,60	1,90	0,18	0,97	-3,32	0,06	1,49
13	CH	-0,04	1,48	-0,04	0,21	-0,55	0,06	0,37
14	CH	0,47	0,31	0,01	0,82	-2,95	0,20	2,97
15	CH	-0,16	2,02	-0,07	0,26	0,19	0,29	-0,09
16	CH	0,36	0,90	-0,15	0,84	-1,65	0,22	1,27
17	CH	0,32	0,91	0,19	0,26	-0,80	0,19	0,79
18	CH	0,09	2,37	0,21	0,06	-0,18	0,28	0,08
19	CH	0,69	1,67	0,75	0,67	0,38	0,33	-0,18
20	CH	0,98	1,35	0,49	0,63	-5,09	0,17	2,76
21	CH	1,07	1,95	0,36	0,60	-0,62	0,27	0,27
22	CH	0,37	1,97	-0,02	0,23	-1,21	0,21	0,60
23	CH	-0,03	-0,22	0,11	0,72	-2,08	0,21	2,72
24	CH	0,45	1,26	1,04	0,61	-0,84	0,19	0,47
25	CH	0,08	0,84	0,25	-0,28	-0,18	0,27	0,20
26	CH	0,46	1,51	0,55	0,83	-1,46	0,13	0,78
27	CH	0,15	1,66	-0,01	0,44	-0,94	0,11	0,55
28	CH	0,09	2,02	0,22	0,22	0,07	0,08	-0,04
29	CH	-0,05	0,50	0,19	1,85	-1,53	0,12	0,80
30	CH	0,23	2,27	0,24	-0,03	-2,40	0,17	1,04
31	CH	0,70	1,58	-0,24	0,72	-4,50	0,22	2,39
32	CH	-0,07	1,60	0,14	1,30	-0,69	0,25	0,33
33	CH	0,42	1,54	0,37	0,18	-1,97	0,15	1,20
34	CH	-0,05	0,12	0,06	0,42	-1,13	0,12	2,57
35	CH	0,31	1,54	-0,24	-0,10	-3,78	0,22	2,37
36	CH	1,07	1,77	0,80	0,48	-5,02	0,24	2,21
37	CH	0,25	0,65	0,10	0,51	-0,56	0,14	0,65
38	CH	0,05	0,75	0,13	0,53	-0,48	0,03	0,52
39	CH	0,41	2,12	0,22	0,34	-2,44	0,13	1,11
40	CH	0,13	2,28	-0,08	0,53	0,74	0,26	-0,31
41	CH	0,03	1,23	-0,08	0,21	0,45	0,26	-0,36
42	CH	-0,18	1,23	-0,04	0,37	1,18	0,09	-0,91
43	CH	-0,20	1,27	-0,09	0,31	0,43	0,07	-0,32
44	CH	0,27	1,81	-0,07	0,24	-2,16	0,14	1,17
45	CH	1,17	2,38	0,03	0,72	-4,65	0,18	1,69
46	CN	0,29	1,21	0,87	0,64	-1,90	0,05	1,15
47	CN	0,69	0,55	1,30	0,97	-0,58	0,20	0,31
48	CN	1,13	0,77	0,46	0,13	-2,69	0,20	1,87
49	CN	2,13	1,10	1,20	-0,15	-2,88	0,14	1,07
50	CN	0,10	0,16	0,49	0,89	0,25	0,24	-0,24
51	CN	0,80	1,84	0,58	1,16	-1,64	0,22	0,69
52	CN	0,10	0,58	-0,09	0,54	0,74	0,08	-0,93
53	CN	0,08	0,95	0,48	1,29	-1,14	0,13	0,68
54	CN	0,14	0,22	1,70	1,23	-1,74	0,15	0,82
55	CN	0,03	-0,10	1,48	1,44	-4,82	0,05	2,33
56	CN	-0,02	0,85	0,71	0,68	-1,34	0,29	1,04
57	CN	0,20	0,29	0,24	0,06	-1,96	0,04	4,57
58	CN	2,22	0,60	1,32	0,07	-2,92	0,35	1,10
59	CN	2,06	1,22	2,10	0,33	-5,23	0,23	1,63
60	CN	1,15	0,75	3,35	1,30	-6,56	0,23	1,70
61	CN	0,10	0,37	1,29	0,79	-1,77	0,13	1,14
62	CN	0,43	0,89	-0,10	1,40	-3,96	0,19	2,32
63	CN	1,05	0,58	0,50	1,50	-1,60	0,21	0,80
64	CN	1,04	0,95	1,40	1,37	-2,32	0,16	0,96
65	CN	1,07	1,76	0,76	1,73	-4,84	0,15	1,74
66	CN	1,47	0,76	1,03	0,48	-4,71	0,17	2,35
67	CN	1,40	-0,44	3,37	2,22	-8,11	0,29	1,89
68	CN	0,74	0,88	0,38	-0,12	-1,23	0,11	1,02
69	CN	1,35	0,90	1,04	0,10	-0,92	0,23	0,48
70	CN	1,20	0,45	0,52	0,45	-4,11	0,13	2,82
71	CN	0,35	1,12	0,77	1,13	0,79	0,15	-0,44
72	CN	0,68	0,64	2,36	0,84	-1,20	0,24	0,45
73	CN	0,09	-1,13	2,71	2,56	-5,88	0,15	1,51
74	CN	-0,41	-0,18	1,39	2,36	-4,60	0,14	1,66
75	CN	0,77	1,68	0,31	1,12	-3,05	0,21	1,40

76	CN	1,37	0,99	0,79	0,62	-2,78	0,18	1,41
77	CN	0,13	0,29	1,22	0,57	-2,25	0,19	1,63
78	CN	0,70	0,31	1,46	1,00	-3,67	0,25	1,90
79	CN	2,18	0,95	1,05	0,53	-4,50	0,32	1,70
80	CN	0,25	1,14	0,14	0,99	-0,39	0,41	0,25
81	CN	0,74	0,85	0,45	2,02	-2,34	0,17	0,99
82	CN	1,38	1,21	1,89	0,55	-3,23	0,15	1,20
83	CN	0,98	0,87	0,74	0,86	-3,26	0,12	1,88
84	CN	-0,10	0,36	0,57	0,23	-2,13	0,15	2,98
85	CN	0,34	0,71	0,12	0,62	-1,38	0,21	1,37
86	CN	1,84	1,24	1,20	1,05	-3,81	0,17	1,39
87	CN	1,24	0,58	-0,23	1,18	-3,40	0,17	1,86
88	CN	1,20	0,71	0,88	0,88	-3,73	0,13	2,00
89	CN	1,31	1,20	0,82	0,46	-2,99	0,11	1,49
90	CN	1,74	1,33	2,67	0,23	-4,44	0,18	1,28
91	LC	0,16	1,72	0,24	-0,03	-0,59	0,12	0,34
92	LC	0,11	1,52	0,85	0,11	-1,45	0,19	0,83
93	LC	0,86	2,86	0,03	-0,50	-5,15	0,25	1,70
94	LC	0,05	1,89	0,28	-0,12	-1,24	0,50	0,65
95	LC	0,15	0,75	0,28	0,05	-0,11	0,09	0,13
96	LC	0,49	1,36	0,50	-0,01	-1,25	0,12	0,82
97	LC	-0,14	1,36	0,06	0,35	-1,20	0,14	0,85
98	LC	-0,21	0,48	0,07	0,16	-0,51	0,14	0,92
99	LC	0,22	1,59	0,46	0,08	0,84	0,08	-0,50
100	LC	-0,24	1,89	0,33	-0,31	2,08	0,25	-1,06
101	LC	-0,23	1,76	0,06	-0,26	0,84	0,06	-0,47
102	LC	0,25	2,40	0,19	-0,28	-0,33	0,14	0,14
103	LC	0,11	2,65	-0,02	-0,20	-0,62	0,12	0,23
104	LC	-0,20	2,27	0,56	-0,32	0,72	0,23	-0,31
105	LC	0,29	1,14	-0,04	0,22	-2,46	0,37	2,05
106	LC	0,35	1,43	-0,06	-0,05	-2,60	0,27	1,76
107	LC	-0,01	2,13	0,49	-0,22	0,38	0,31	-0,17
108	LC	0,40	1,47	0,15	0,18	-2,57	0,13	1,66
109	LC	-0,07	0,89	-0,03	-0,06	-0,86	0,08	0,95
110	LC	-0,10	1,58	0,08	-0,09	-1,67	0,13	1,05
111	LC	-0,35	1,56	0,05	0,86	-3,31	0,18	1,82
112	LC	-0,50	1,77	0,36	0,17	1,17	0,18	-0,62
113	LC	0,31	1,43	0,16	-0,01	-0,09	0,10	0,06
114	LC	0,24	1,58	-0,03	-0,37	-0,47	0,20	0,29
115	LC	0,41	2,47	0,20	0,10	-1,05	0,23	0,42
116	LC	0,15	0,90	0,20	-0,13	0,05	0,14	-0,05
117	LC	-0,09	3,40	0,11	0,17	-2,75	0,13	0,81
118	LC	0,23	3,02	-0,04	-0,20	-1,92	0,21	0,63
119	LC	0,07	2,00	-0,05	0,25	-1,55	0,12	0,77
120	LC	0,22	2,53	0,01	-0,26	-1,31	0,20	0,52
121	LC	-0,08	2,63	0,00	-0,19	-1,00	0,20	0,38
122	LC	-0,06	1,21	0,00	0,22	-2,27	0,11	1,85
123	LC	0,26	1,43	-0,08	0,43	-0,62	0,09	0,41
124	LC	0,23	2,60	-0,09	0,13	-2,77	0,20	1,06
125	LC	-0,07	1,02	-0,04	-0,03	-1,35	0,18	1,32
126	LC	0,22	2,65	-0,12	-0,04	-2,27	0,27	0,85
127	LC	0,86	2,23	0,72	-0,12	-4,67	0,30	1,87
128	LC	0,11	2,34	0,00	-0,04	-1,06	0,20	0,45
129	LC	0,44	1,04	0,04	-0,34	-1,23	0,21	1,04
130	LC	0,08	3,29	0,25	0,40	-4,37	0,13	1,32
131	LC	0,17	1,17	0,10	0,11	-1,64	0,15	1,37
132	LC	0,14	1,87	0,50	0,30	-0,11	0,28	0,05
133	LC	-0,15	1,99	0,07	0,42	-0,69	0,20	0,34
134	LC	0,09	1,22	0,02	-0,13	0,17	0,05	-0,13
135	LC	-0,22	1,27	0,09	-0,03	0,62	0,09	-0,48
136	MT	0,03	0,89	2,69	0,57	-1,63	0,14	0,56
137	MT	0,69	0,62	2,02	0,63	-1,57	0,09	0,68
138	MT	-0,16	0,45	1,52	0,27	-1,64	0,18	1,02
139	MT	0,29	0,45	2,30	0,84	-2,35	0,15	0,94
140	MT	-0,28	0,68	1,63	-0,36	2,45	0,15	-1,34
141	MT	0,26	0,81	1,71	0,25	1,61	0,19	-0,84
142	MT	0,10	0,65	1,77	-0,20	1,01	0,09	-0,53
143	MT	-0,05	0,79	1,28	0,61	0,60	0,10	-0,37
144	MT	-0,13	0,92	2,67	0,28	0,69	0,14	-0,24
145	MT	0,30	0,72	2,87	0,78	-0,06	0,22	0,02
146	MT	-0,06	0,34	0,87	0,25	-0,79	0,12	0,82
147	MT	1,15	0,36	2,79	0,58	-3,13	0,27	1,01
148	MT	0,37	0,91	2,12	0,49	-3,57	0,24	1,50
149	MT	1,08	0,32	3,96	0,48	-5,09	0,20	1,23
150	MT	-0,16	0,10	1,07	0,00	-0,29	0,08	0,27
151	MT	1,15	0,72	2,81	0,10	-2,35	0,22	0,75

152	MT	0,36	0,88	2,13	-0,03	-1,66	0,13	0,71
153	MT	1,28	1,12	2,36	-0,10	-1,79	0,19	0,61
154	MT	0,13	0,11	1,80	0,41	0,08	0,16	-0,04
155	MT	1,17	0,78	2,74	-0,33	-1,16	0,15	0,37
156	MT	0,81	0,87	3,16	0,12	-1,11	0,15	0,33
157	MT	0,09	0,43	2,05	0,39	0,11	0,21	-0,05
158	MT	-0,18	0,86	3,30	0,96	-0,18	0,14	0,05
159	MT	0,01	1,18	2,15	0,11	-0,17	0,13	0,07
160	MT	-0,17	0,20	3,13	0,09	1,51	0,15	-0,48
161	MT	0,98	0,71	2,09	-0,03	-3,37	0,20	1,40
162	MT	-0,17	0,06	0,97	0,02	-0,50	0,11	0,50
163	MT	0,58	0,64	2,33	0,34	-4,87	0,18	1,94
164	MT	0,48	0,62	2,34	0,39	-4,81	0,13	1,93
165	MT	1,60	0,55	4,26	0,80	-7,30	0,16	1,57
166	MT	0,12	-0,17	1,63	1,16	-1,91	0,09	0,95
167	MT	-0,31	0,14	3,07	0,69	0,71	0,13	-0,22
168	MT	1,11	0,71	3,27	0,24	-1,92	0,18	0,54
169	MT	0,27	0,56	2,69	0,48	-1,97	0,31	0,70
170	MT	0,26	0,60	2,01	-0,15	-0,68	0,27	0,32
171	MT	0,00	0,19	2,92	0,46	-0,68	0,17	0,23
172	MT	1,27	0,62	2,98	0,08	-7,04	0,12	2,14
173	MT	0,10	0,86	1,51	0,31	-4,50	0,16	2,54
174	MT	0,48	0,15	1,49	0,11	-2,85	0,20	1,81
175	MT	1,28	0,95	1,57	-0,34	-4,07	0,13	1,80
176	MT	1,15	0,84	2,62	0,06	-5,20	0,17	1,75
177	MT	2,27	0,48	3,80	-0,07	-6,17	0,21	1,38
178	MT	0,37	0,42	1,79	0,08	-2,58	0,16	1,37
179	MT	1,28	0,97	2,78	0,02	-3,74	0,31	1,16
180	MT	1,94	0,49	3,63	-0,19	-3,87	0,15	0,93

Fonte: Elaboração da autora

Tabela 23: Parâmetros dos itens do modelo de quatro dimensões por análise fatorial confirmatória.

Item	Prova	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	$\alpha_4$	$d$	$c$	$b$
1	CH	2,20	0	0	0	-0,72	0,11	0,32
2	CH	2,22	0	0	0	-0,05	0,20	0,02
3	CH	0,30	0	0	0	-1,37	0,11	4,58
4	CH	2,55	0	0	0	0,29	0,22	-0,11
5	CH	1,41	0	0	0	1,33	0,17	-0,94
6	CH	1,83	0	0	0	0,96	0,27	-0,52
7	CH	3,24	0	0	0	0,32	0,23	-0,10
8	CH	2,79	0	0	0	0,21	0,14	-0,08
9	CH	2,12	0	0	0	-2,20	0,19	1,04
10	CH	0,70	0	0	0	0,49	0,09	-0,69
11	CH	3,27	0	0	0	-1,21	0,25	0,37
12	CH	2,89	0	0	0	-2,77	0,05	0,96
13	CH	1,50	0	0	0	-0,38	0,05	0,25
14	CH	1,17	0	0	0	-2,63	0,19	2,25
15	CH	2,02	0	0	0	0,40	0,27	-0,20
16	CH	1,51	0	0	0	-1,32	0,20	0,88
17	CH	1,41	0	0	0	-0,57	0,16	0,41
18	CH	2,54	0	0	0	0,05	0,27	-0,02
19	CH	3,57	0	0	0	0,50	0,35	-0,14
20	CH	2,57	0	0	0	-4,62	0,17	1,80
21	CH	3,69	0	0	0	-0,36	0,27	0,10
22	CH	2,16	0	0	0	-0,83	0,18	0,39
23	CH	0,42	0	0	0	-1,90	0,20	4,57
24	CH	2,96	0	0	0	-0,61	0,19	0,21
25	CH	0,86	0	0	0	-0,13	0,27	0,15
26	CH	2,78	0	0	0	-1,09	0,12	0,39
27	CH	1,98	0	0	0	-0,66	0,09	0,34
28	CH	2,46	0	0	0	0,29	0,07	-0,12
29	CH	1,74	0	0	0	-1,09	0,10	0,63
30	CH	2,07	0	0	0	-1,77	0,15	0,86
31	CH	2,06	0	0	0	-3,99	0,22	1,94
32	CH	2,45	0	0	0	-0,30	0,22	0,12
33	CH	2,09	0	0	0	-1,64	0,14	0,78
34	CH	0,48	0	0	0	-1,09	0,11	2,26
35	CH	1,02	0	0	0	-3,12	0,21	3,05
36	CH	3,03	0	0	0	-4,34	0,24	1,44
37	CH	1,23	0	0	0	-0,34	0,11	0,28



38	CH	1,32	0	0	0	-0,39	0,03	0,30
39	CH	2,44	0	0	0	-1,89	0,12	0,77
40	CH	2,67	0	0	0	1,06	0,22	-0,39
41	CH	1,24	0	0	0	0,81	0,14	-0,65
42	CH	1,40	0	0	0	1,29	0,07	-0,92
43	CH	1,31	0	0	0	0,51	0,07	-0,39
44	CH	1,84	0	0	0	-1,78	0,13	0,97
45	CH	3,04	0	0	0	-3,68	0,18	1,21
46	CN	0	2,44	0	0	-1,26	0,03	0,52
47	CN	0	3,29	0	0	-0,12	0,20	0,04
48	CN	0	1,87	0	0	-2,08	0,19	1,11
49	CN	0	3,19	0	0	-1,91	0,13	0,60
50	CN	0	1,95	0	0	-0,08	0,38	0,04
51	CN	0	3,87	0	0	-0,92	0,21	0,24
52	CN	0	1,03	0	0	0,80	0,11	-0,78
53	CN	0	2,34	0	0	-0,63	0,12	0,27
54	CN	0	2,42	0	0	-0,92	0,12	0,38
55	CN	0	1,78	0	0	-3,57	0,05	2,00
56	CN	0	1,65	0	0	-0,70	0,25	0,42
57	CN	0	0,66	0	0	-1,85	0,04	2,80
58	CN	0	2,94	0	0	-1,81	0,33	0,62
59	CN	0	3,73	0	0	-3,32	0,22	0,89
60	CN	0	4,43	0	0	-4,53	0,23	1,02
61	CN	0	1,92	0	0	-1,11	0,10	0,58
62	CN	0	1,65	0	0	-2,93	0,18	1,78
63	CN	0	2,88	0	0	-0,87	0,19	0,30
64	CN	0	4,02	0	0	-1,46	0,15	0,36
65	CN	0	3,41	0	0	-3,03	0,14	0,89
66	CN	0	2,51	0	0	-3,51	0,17	1,40
67	CN	0	4,24	0	0	-5,72	0,29	1,35
68	CN	0	1,45	0	0	-0,76	0,07	0,52
69	CN	0	3,08	0	0	-0,52	0,24	0,17
70	CN	0	1,93	0	0	-3,43	0,13	1,78
71	CN	0	2,90	0	0	1,35	0,07	-0,47
72	CN	0	3,76	0	0	-0,42	0,22	0,11
73	CN	0	2,85	0	0	-4,24	0,15	1,49
74	CN	0	1,98	0	0	-3,19	0,14	1,62
75	CN	0	2,75	0	0	-1,95	0,19	0,71
76	CN	0	2,88	0	0	-1,91	0,17	0,66
77	CN	0	1,76	0	0	-1,75	0,18	0,99
78	CN	0	2,35	0	0	-2,55	0,24	1,09
79	CN	0	3,09	0	0	-2,96	0,31	0,96
80	CN	0	2,14	0	0	0,08	0,38	-0,04
81	CN	0	2,95	0	0	-1,36	0,15	0,46
82	CN	0	4,06	0	0	-2,18	0,14	0,54
83	CN	0	2,54	0	0	-2,40	0,11	0,94
84	CN	0	0,82	0	0	-1,75	0,13	2,13
85	CN	0	1,32	0	0	-0,79	0,15	0,60
86	CN	0	4,04	0	0	-2,54	0,16	0,63
87	CN	0	1,93	0	0	-2,56	0,16	1,32
88	CN	0	2,70	0	0	-2,80	0,12	1,04
89	CN	0	2,91	0	0	-2,11	0,10	0,73
90	CN	0	4,15	0	0	-2,74	0,17	0,66
91	LC	0	0	1,73	0	-0,49	0,08	0,28
92	LC	0	0	1,87	0	-1,20	0,17	0,64
93	LC	0	0	2,09	0	-4,47	0,25	2,13
94	LC	0	0	1,59	0	-0,95	0,48	0,59
95	LC	0	0	1,01	0	-0,09	0,07	0,09
96	LC	0	0	1,65	0	-0,99	0,08	0,60
97	LC	0	0	1,16	0	-0,90	0,09	0,78
98	LC	0	0	0,47	0	-0,50	0,13	1,06
99	LC	0	0	2,09	0	0,79	0,07	-0,38
100	LC	0	0	1,70	0	1,99	0,25	-1,17
101	LC	0	0	1,36	0	0,78	0,06	-0,58
102	LC	0	0	2,23	0	-0,27	0,11	0,12
103	LC	0	0	2,29	0	-0,58	0,11	0,25
104	LC	0	0	2,13	0	0,74	0,20	-0,35
105	LC	0	0	0,66	0	-1,35	0,28	2,04
106	LC	0	0	1,20	0	-2,39	0,27	1,99
107	LC	0	0	2,02	0	0,55	0,24	-0,27
108	LC	0	0	1,50	0	-2,29	0,12	1,52
109	LC	0	0	0,67	0	-0,81	0,07	1,22
110	LC	0	0	1,18	0	-1,47	0,10	1,25
111	LC	0	0	1,29	0	-2,68	0,17	2,07
112	LC	0	0	1,66	0	1,21	0,11	-0,73
113	LC	0	0	1,55	0	-0,02	0,06	0,01

114	LC	0	0	1,20	0	-0,34	0,16	0,28
115	LC	0	0	2,52	0	-0,88	0,21	0,35
116	LC	0	0	0,95	0	0,12	0,10	-0,12
117	LC	0	0	2,74	0	-2,35	0,12	0,86
118	LC	0	0	2,44	0	-1,72	0,20	0,70
119	LC	0	0	1,78	0	-1,36	0,10	0,76
120	LC	0	0	2,04	0	-1,13	0,18	0,55
121	LC	0	0	2,02	0	-0,84	0,18	0,42
122	LC	0	0	0,93	0	-1,93	0,08	2,08
123	LC	0	0	1,66	0	-0,58	0,07	0,35
124	LC	0	0	2,05	0	-2,30	0,18	1,13
125	LC	0	0	0,67	0	-1,08	0,13	1,61
126	LC	0	0	1,96	0	-1,80	0,25	0,92
127	LC	0	0	1,60	0	-2,99	0,29	1,87
128	LC	0	0	1,97	0	-0,88	0,18	0,44
129	LC	0	0	0,88	0	-1,01	0,17	1,15
130	LC	0	0	2,61	0	-3,55	0,12	1,36
131	LC	0	0	1,08	0	-1,36	0,12	1,26
132	LC	0	0	2,28	0	0,02	0,24	-0,01
133	LC	0	0	1,84	0	-0,48	0,15	0,26
134	LC	0	0	1,09	0	0,14	0,04	-0,13
135	LC	0	0	1,10	0	0,59	0,09	-0,53
136	MT	0	0	0	3,27	-1,46	0,13	0,45
137	MT	0	0	0	3,11	-1,50	0,08	0,48
138	MT	0	0	0	1,52	-1,37	0,15	0,90
139	MT	0	0	0	2,82	-2,03	0,13	0,72
140	MT	0	0	0	1,65	2,35	0,13	-1,43
141	MT	0	0	0	2,62	1,53	0,18	-0,58
142	MT	0	0	0	2,05	1,01	0,05	-0,50
143	MT	0	0	0	2,20	0,56	0,08	-0,25
144	MT	0	0	0	3,28	0,68	0,11	-0,21
145	MT	0	0	0	3,90	-0,07	0,21	0,02
146	MT	0	0	0	1,10	-0,68	0,08	0,62
147	MT	0	0	0	3,46	-2,71	0,26	0,78
148	MT	0	0	0	2,80	-3,25	0,24	1,16
149	MT	0	0	0	4,11	-4,45	0,20	1,08
150	MT	0	0	0	0,92	-0,29	0,06	0,31
151	MT	0	0	0	3,61	-2,10	0,21	0,58
152	MT	0	0	0	2,63	-1,52	0,12	0,58
153	MT	0	0	0	3,51	-1,62	0,19	0,46
154	MT	0	0	0	1,98	0,16	0,11	-0,08
155	MT	0	0	0	3,46	-1,13	0,14	0,33
156	MT	0	0	0	4,13	-1,09	0,15	0,26
157	MT	0	0	0	2,46	0,16	0,18	-0,06
158	MT	0	0	0	4,10	-0,14	0,13	0,03
159	MT	0	0	0	2,91	-0,16	0,11	0,05
160	MT	0	0	0	2,88	1,43	0,11	-0,50
161	MT	0	0	0	2,60	-2,92	0,19	1,13
162	MT	0	0	0	0,81	-0,47	0,09	0,58
163	MT	0	0	0	2,79	-4,50	0,18	1,61
164	MT	0	0	0	2,76	-4,47	0,13	1,62
165	MT	0	0	0	5,21	-6,81	0,16	1,31
166	MT	0	0	0	1,90	-1,64	0,07	0,86
167	MT	0	0	0	3,13	0,64	0,12	-0,20
168	MT	0	0	0	4,42	-1,93	0,18	0,44
169	MT	0	0	0	3,02	-1,68	0,30	0,56
170	MT	0	0	0	2,20	-0,55	0,24	0,25
171	MT	0	0	0	2,96	-0,64	0,16	0,22
172	MT	0	0	0	3,46	-6,42	0,12	1,86
173	MT	0	0	0	1,97	-4,19	0,16	2,12
174	MT	0	0	0	1,71	-2,76	0,19	1,61
175	MT	0	0	0	2,32	-3,61	0,12	1,55
176	MT	0	0	0	3,52	-5,05	0,17	1,43
177	MT	0	0	0	4,11	-5,02	0,21	1,22
178	MT	0	0	0	2,00	-2,38	0,15	1,19
179	MT	0	0	0	3,24	-2,93	0,30	0,90
180	MT	0	0	0	4,34	-3,54	0,15	0,82

Fonte: Elaboração da autora

Tabela 24: Parâmetros dos itens do modelo bifatorial.

Item	Prova	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$d$	$c$	$b$
1	CH	2,29	0,47	0	0	0	-0,98	0,13	0,42
2	CH	2,23	0,57	0	0	0	-0,28	0,23	0,12
3	CH	0,32	-0,01	0	0	0	-1,39	0,12	4,41
4	CH	2,38	0,49	0	0	0	0,16	0,22	-0,06
5	CH	1,35	0,53	0	0	0	1,16	0,23	-0,80
6	CH	1,87	0,54	0	0	0	0,67	0,34	-0,34
7	CH	3,08	0,80	0	0	0	0,11	0,24	-0,04
8	CH	2,69	0,57	0	0	0	0,03	0,14	-0,01
9	CH	2,47	0,34	0	0	0	-2,62	0,20	1,05
10	CH	0,67	0,24	0	0	0	0,45	0,09	-0,63
11	CH	3,51	0,66	0	0	0	-1,70	0,27	0,47
12	CH	3,25	0,68	0	0	0	-3,28	0,06	0,99
13	CH	1,50	0,50	0	0	0	-0,51	0,06	0,33
14	CH	1,42	0,19	0	0	0	-2,97	0,20	2,08
15	CH	1,98	0,86	0	0	0	0,24	0,29	-0,11
16	CH	1,69	0,36	0	0	0	-1,63	0,22	0,94
17	CH	1,50	0,26	0	0	0	-0,79	0,19	0,52
18	CH	2,54	0,67	0	0	0	-0,16	0,28	0,06
19	CH	3,38	0,11	0	0	0	0,39	0,33	-0,12
20	CH	3,20	0,27	0	0	0	-5,25	0,17	1,63
21	CH	3,54	0,64	0	0	0	-0,64	0,27	0,18
22	CH	2,28	0,68	0	0	0	-1,14	0,20	0,48
23	CH	0,47	0,04	0	0	0	-2,05	0,21	4,37
24	CH	3,05	0,13	0	0	0	-0,84	0,19	0,27
25	CH	0,77	0,26	0	0	0	-0,03	0,22	0,03
26	CH	3,00	0,29	0	0	0	-1,44	0,13	0,48
27	CH	2,05	0,66	0	0	0	-0,91	0,11	0,42
28	CH	2,39	0,76	0	0	0	0,13	0,08	-0,05
29	CH	1,96	0,12	0	0	0	-1,37	0,12	0,70
30	CH	2,38	0,64	0	0	0	-2,24	0,17	0,91
31	CH	2,43	0,48	0	0	0	-4,44	0,22	1,79
32	CH	2,54	0,43	0	0	0	-0,59	0,25	0,23
33	CH	2,26	0,47	0	0	0	-1,94	0,15	0,84
34	CH	0,47	0,16	0	0	0	-1,12	0,12	2,25
35	CH	1,28	0,53	0	0	0	-3,59	0,22	2,60
36	CH	3,70	0,50	0	0	0	-5,03	0,24	1,35
37	CH	1,33	0,25	0	0	0	-0,57	0,15	0,42
38	CH	1,31	0,26	0	0	0	-0,47	0,03	0,35
39	CH	2,79	0,70	0	0	0	-2,40	0,13	0,83
40	CH	2,66	1,04	0	0	0	0,86	0,25	-0,30
41	CH	1,25	0,59	0	0	0	0,58	0,23	-0,42
42	CH	1,32	0,55	0	0	0	1,22	0,08	-0,86
43	CH	1,23	0,55	0	0	0	0,47	0,06	-0,35
44	CH	2,05	0,70	0	0	0	-2,15	0,15	0,99
45	CH	3,80	0,82	0	0	0	-4,61	0,18	1,19
46	CN	2,72	0	-0,19	0	0	-1,87	0,05	0,69
47	CN	3,10	0	-0,14	0	0	-0,61	0,21	0,20
48	CN	2,21	0	0,61	0	0	-2,75	0,20	1,20
49	CN	3,99	0	1,10	0	0	-3,12	0,14	0,76
50	CN	1,41	0	-0,24	0	0	0,27	0,24	-0,19
51	CN	3,88	0	-0,08	0	0	-1,61	0,22	0,42
52	CN	0,99	0	-0,07	0	0	0,76	0,08	-0,76
53	CN	2,44	0	-0,34	0	0	-1,08	0,13	0,44
54	CN	2,86	0	-0,54	0	0	-1,67	0,15	0,58
55	CN	2,59	0	-0,81	0	0	-4,83	0,05	1,78
56	CN	1,99	0	-0,40	0	0	-1,29	0,29	0,64
57	CN	0,71	0	0,06	0	0	-1,97	0,04	2,78
58	CN	3,83	0	1,19	0	0	-3,12	0,35	0,78
59	CN	4,99	0	0,72	0	0	-5,17	0,22	1,03
60	CN	5,92	0	-0,35	0	0	-6,64	0,23	1,12
61	CN	2,30	0	-0,38	0	0	-1,78	0,14	0,76
62	CN	2,32	0	-0,22	0	0	-3,92	0,19	1,68
63	CN	3,05	0	0,00	0	0	-1,60	0,22	0,52
64	CN	4,29	0	-0,24	0	0	-2,40	0,16	0,56
65	CN	4,43	0	-0,08	0	0	-4,55	0,15	1,03
66	CN	3,36	0	0,62	0	0	-4,83	0,17	1,41
67	CN	5,76	0	-0,53	0	0	-7,91	0,29	1,37
68	CN	1,70	0	0,39	0	0	-1,27	0,11	0,73
69	CN	3,13	0	0,55	0	0	-1,09	0,25	0,34
70	CN	2,40	0	0,45	0	0	-4,24	0,13	1,74
71	CN	2,98	0	-0,09	0	0	0,80	0,15	-0,27
72	CN	3,92	0	-0,12	0	0	-1,21	0,25	0,31
73	CN	4,30	0	-1,07	0	0	-6,39	0,16	1,44
74	CN	3,10	0	-1,17	0	0	-4,87	0,15	1,47
75	CN	3,34	0	-0,15	0	0	-2,94	0,21	0,88

76	CN	3,36	0	0,34	0	0	-2,83	0,18	0,84
77	CN	2,05	0	-0,23	0	0	-2,32	0,19	1,12
78	CN	2,96	0	-0,22	0	0	-3,52	0,25	1,19
79	CN	4,25	0	1,00	0	0	-4,68	0,32	1,07
80	CN	2,17	0	-0,16	0	0	-0,34	0,41	0,15
81	CN	3,42	0	-0,35	0	0	-2,27	0,18	0,66
82	CN	4,64	0	0,37	0	0	-3,38	0,15	0,73
83	CN	3,08	0	0,02	0	0	-3,30	0,12	1,07
84	CN	0,99	0	-0,14	0	0	-2,13	0,15	2,13
85	CN	1,60	0	-0,07	0	0	-1,40	0,22	0,87
86	CN	4,74	0	0,39	0	0	-3,89	0,17	0,82
87	CN	2,51	0	0,19	0	0	-3,51	0,18	1,39
88	CN	3,32	0	0,10	0	0	-3,83	0,13	1,15
89	CN	3,40	0	0,36	0	0	-3,05	0,11	0,89
90	CN	5,22	0	0,46	0	0	-4,38	0,18	0,84
91	LC	1,94	0	0	0,56	0	-0,57	0,11	0,28
92	LC	2,34	0	0	0,32	0	-1,39	0,19	0,59
93	LC	2,96	0	0	1,00	0	-5,10	0,25	1,63
94	LC	1,97	0	0	0,61	0	-1,21	0,50	0,59
95	LC	1,14	0	0	0,18	0	-0,11	0,10	0,10
96	LC	2,14	0	0	0,36	0	-1,26	0,12	0,58
97	LC	1,50	0	0	0,37	0	-1,17	0,14	0,76
98	LC	0,52	0	0	0,17	0	-0,56	0,16	1,03
99	LC	2,16	0	0	0,42	0	0,86	0,08	-0,39
100	LC	1,62	0	0	0,58	0	2,11	0,23	-1,22
101	LC	1,32	0	0	0,68	0	0,86	0,06	-0,58
102	LC	2,40	0	0	0,85	0	-0,32	0,14	0,13
103	LC	2,42	0	0	0,98	0	-0,60	0,12	0,23
104	LC	2,16	0	0	0,73	0	0,76	0,23	-0,33
105	LC	1,44	0	0	0,32	0	-2,41	0,37	1,64
106	LC	1,66	0	0	0,49	0	-2,75	0,28	1,58
107	LC	2,23	0	0	0,71	0	0,43	0,30	-0,18
108	LC	2,02	0	0	0,45	0	-2,58	0,13	1,25
109	LC	0,71	0	0	0,32	0	-0,86	0,09	1,09
110	LC	1,42	0	0	0,59	0	-1,66	0,13	1,08
111	LC	1,80	0	0	0,52	0	-3,06	0,18	1,63
112	LC	1,70	0	0	0,53	0	1,22	0,15	-0,68
113	LC	1,74	0	0	0,42	0	-0,10	0,10	0,05
114	LC	1,37	0	0	0,61	0	-0,51	0,22	0,34
115	LC	2,98	0	0	0,76	0	-1,09	0,23	0,35
116	LC	1,05	0	0	0,29	0	0,04	0,15	-0,04
117	LC	3,37	0	0	1,28	0	-2,72	0,13	0,75
118	LC	2,90	0	0	1,17	0	-1,96	0,21	0,63
119	LC	2,11	0	0	0,71	0	-1,53	0,12	0,69
120	LC	2,39	0	0	1,00	0	-1,33	0,21	0,51
121	LC	2,28	0	0	1,09	0	-0,99	0,20	0,39
122	LC	1,23	0	0	0,42	0	-2,20	0,11	1,70
123	LC	1,85	0	0	0,43	0	-0,61	0,09	0,32
124	LC	2,66	0	0	1,00	0	-2,76	0,20	0,97
125	LC	0,85	0	0	0,39	0	-1,36	0,18	1,46
126	LC	2,55	0	0	1,04	0	-2,25	0,27	0,82
127	LC	3,16	0	0	0,53	0	-4,40	0,30	1,38
128	LC	2,32	0	0	0,95	0	-1,08	0,21	0,43
129	LC	1,06	0	0	0,43	0	-1,21	0,21	1,06
130	LC	3,69	0	0	1,10	0	-4,30	0,13	1,12
131	LC	1,44	0	0	0,37	0	-1,65	0,15	1,11
132	LC	2,61	0	0	0,56	0	-0,09	0,28	0,03
133	LC	2,11	0	0	0,66	0	-0,61	0,19	0,28
134	LC	1,13	0	0	0,47	0	0,17	0,05	-0,14
135	LC	1,10	0	0	0,50	0	0,63	0,10	-0,52
136	MT	3,66	0	0	0	1,06	-1,56	0,14	0,41
137	MT	3,55	0	0	0	0,69	-1,62	0,09	0,45
138	MT	1,82	0	0	0	0,61	-1,57	0,18	0,82
139	MT	3,43	0	0	0	0,88	-2,34	0,15	0,66
140	MT	1,53	0	0	0	0,81	2,43	0,15	-1,40
141	MT	2,68	0	0	0	0,70	1,62	0,20	-0,58
142	MT	2,07	0	0	0	0,81	1,01	0,10	-0,46
143	MT	2,34	0	0	0	0,49	0,62	0,10	-0,26
144	MT	3,29	0	0	0	1,15	0,73	0,14	-0,21
145	MT	4,04	0	0	0	1,10	-0,03	0,22	0,01
146	MT	1,24	0	0	0	0,34	-0,75	0,11	0,59
147	MT	4,42	0	0	0	1,06	-3,27	0,27	0,72
148	MT	3,49	0	0	0	0,79	-3,56	0,24	1,00
149	MT	5,40	0	0	0	1,61	-5,28	0,20	0,94
150	MT	0,90	0	0	0	0,54	-0,27	0,08	0,26
151	MT	4,33	0	0	0	1,11	-2,46	0,22	0,55

152	MT	3,03	0	0	0	0,88	-1,67	0,13	0,53
153	MT	4,15	0	0	0	0,79	-1,86	0,20	0,44
154	MT	2,13	0	0	0	0,80	0,07	0,16	-0,03
155	MT	3,80	0	0	0	1,10	-1,22	0,16	0,31
156	MT	4,43	0	0	0	1,29	-1,17	0,16	0,25
157	MT	2,61	0	0	0	0,91	0,12	0,22	-0,04
158	MT	4,26	0	0	0	1,44	-0,12	0,14	0,03
159	MT	3,08	0	0	0	0,89	-0,13	0,13	0,04
160	MT	2,91	0	0	0	1,65	1,53	0,16	-0,46
161	MT	3,50	0	0	0	0,78	-3,53	0,20	0,98
162	MT	0,80	0	0	0	0,54	-0,50	0,11	0,52
163	MT	3,58	0	0	0	0,96	-4,98	0,18	1,34
164	MT	3,51	0	0	0	0,83	-4,85	0,13	1,35
165	MT	6,56	0	0	0	1,50	-7,42	0,16	1,10
166	MT	2,27	0	0	0	0,55	-1,81	0,09	0,77
167	MT	3,18	0	0	0	1,62	0,73	0,14	-0,21
168	MT	4,91	0	0	0	1,46	-2,08	0,19	0,41
169	MT	3,66	0	0	0	1,22	-2,03	0,31	0,53
170	MT	2,49	0	0	0	0,95	-0,72	0,27	0,27
171	MT	3,21	0	0	0	1,47	-0,70	0,17	0,20
172	MT	4,43	0	0	0	1,18	-7,04	0,12	1,54
173	MT	2,48	0	0	0	0,51	-4,40	0,16	1,74
174	MT	2,08	0	0	0	0,61	-2,97	0,20	1,37
175	MT	3,00	0	0	0	0,49	-3,94	0,12	1,29
176	MT	4,34	0	0	0	1,01	-5,38	0,17	1,21
177	MT	5,59	0	0	0	1,29	-5,98	0,21	1,04
178	MT	2,46	0	0	0	0,77	-2,66	0,16	1,03
179	MT	5,07	0	0	0	0,80	-4,26	0,31	0,83
180	MT	5,55	0	0	0	1,37	-4,23	0,15	0,74

Fonte: Elaboração da autora



## **ANEXO B - Escala por níveis âncoras**





Tabela 25: Escala do modelo unidimensional por níveis âncoras.

Nível da escala	ID do Item	Habilidade
Nível -1	8971	Reconhecer no texto estratégias argumentativas empregadas para o convencimento do público, tais como a intimidação, sedução, comoção, chantagem, entre outras.
	8444	Interpretar gráfico cartesiano que represente relações entre grandezas.
Nível 0	8102	Associar as manifestações culturais do presente aos seus processos históricos.
	8011	Analisar a atuação dos movimentos sociais que contribuíram para mudanças ou rupturas em processos de disputa pelo poder.
	14121	Relacionar cidadania e democracia na organização das sociedades.
	7589	Analisar o papel da justiça como instituição na organização das sociedades.
	8120	Identificar registros sobre o papel das técnicas e tecnologias na organização do trabalho e/ou da vida social.
	14529	Identificar registros de práticas de grupos sociais no tempo e no espaço.
	7795	Analisar as lutas sociais e conquistas obtidas no que se refere às mudanças nas legislações ou nas políticas públicas.
	14529	Identificar registros de práticas de grupos sociais no tempo e no espaço.
	8039	Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.
	13470	Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.
		Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.
	9749	Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.
	7526	Reconhecer no texto estratégias argumentativas empregadas para o convencimento do público, tais como a intimidação, sedução, comoção, chantagem, entre outras.
	7241	Reconhecer a presença de valores sociais e humanos atualizáveis e permanentes no patrimônio literário nacional.
	13388	Relacionar informações geradas nos sistemas de comunicação e informação considerando a função social desses sistemas.
	10744	Relacionar informações sobre concepções artísticas e procedimentos de construção do texto literário.
	12213	Recorrer aos conhecimentos sobre as linguagens dos sistemas de comunicação e informação para resolver problemas sociais.
	7714	Identificar, em textos de diferentes gêneros, as marcas linguísticas que singularizam as variedades linguísticas sociais, regionais e de registro.
	11950	Identificar características de figuras planas ou espaciais.
	10823	Resolver situação-problema envolvendo conhecimentos numéricos.
	9207	Analisar informações expressas em gráficos ou tabelas como recurso para a construção de argumentos.
	12533	Resolver problema com dados apresentados em tabelas ou gráficos.
11521	Identificar a relação de dependência entre grandezas.	
10181	Reconhecer, no contexto social, diferentes significados e representações dos números e operações - naturais, inteiros, racionais ou reais.	
12730	Resolver situação-problema envolvendo a variação de grandezas, direta ou inversamente proporcionais.	
7282	Avaliar o resultado de uma medição na construção de um argumento consistente.	
12765		
Nível 1	7952	Interpretar historicamente e/ou geograficamente fontes documentais acerca de aspectos da cultura.
	9690	Analisar a importância dos valores éticos na estruturação política das sociedades.
	7795	Analisar as lutas sociais e conquistas obtidas no que se refere às mudanças nas legislações ou nas políticas públicas.
	8503	Comparar o significado histórico-geográfico das organizações políticas e socioeconômicas em escala local, regional ou mundial.
	7586	Analisar a produção da memória pelas sociedades humanas.
	7572	Avaliar criticamente conflitos culturais, sociais, políticos, econômicos ou ambientais ao longo da história.
	7586	Analisar a produção da memória pelas sociedades humanas.

8503	Comparar o significado histórico-geográfico das organizações políticas e socioeconômicas em escala local, regional ou mundial.
7600	Reconhecer a dinâmica da organização dos movimentos sociais e a importância da participação da coletividade na transformação da realidade histórico-geográfica.
8166	Interpretar diferentes representações gráficas e cartográficas dos espaços geográficos.
8447	Relacionar o uso das tecnologias com os impactos sócio-ambientais em diferentes contextos histórico-geográficos.
8011	Analisar a atuação dos movimentos sociais que contribuíram para mudanças ou rupturas em processos de disputa pelo poder.
10932	Comparar pontos de vista expressos em diferentes fontes sobre determinado aspecto da cultura.
8450	Identificar em fontes diversas o processo de ocupação dos meios físicos e as relações da vida humana com a paisagem.
10932	Comparar pontos de vista expressos em diferentes fontes sobre determinado aspecto da cultura.
8454	Analisar de maneira crítica as interações da sociedade com o meio físico, levando em consideração aspectos históricos e (ou) geográficos.
7012	Selecionar argumentos favoráveis ou contrários às modificações impostas pelas novas tecnologias à vida social e ao mundo do trabalho.
12077	Reconhecer a função dos recursos naturais na produção do espaço geográfico, relacionando-os com as mudanças provocadas pelas ações humanas.
8438	Avaliar as relações entre preservação e degradação da vida no planeta nas diferentes escalas.
8424	Comparar diferentes pontos de vista, presentes em textos analíticos e interpretativos, sobre situação ou fatos de natureza histórico-geográfica acerca das instituições sociais, políticas e econômicas.
7720	Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.
13481	Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.
13100	Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.
10549	Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.
13481	Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.
11971	Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.
8987	Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.
13701	Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.
8039	Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.
7530	Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.
7520	Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.
11471	Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.
13481	Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.
10698	Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.
14939	Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.
10549	Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.
7721	Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.

	Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.
10124	Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.
13601	Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.
8987	Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.
8987	Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.
13701	Utilizar os conhecimentos da LEM e de seus mecanismos como meio de ampliar as possibilidades de acesso a informações, tecnologias e culturas.
7350	Associar vocábulos e expressões de um texto em LEM ao seu tema.
15020	Identificar as diferentes linguagens e seus recursos expressivos como elementos de caracterização dos sistemas de comunicação.
10128	Relacionar informações geradas nos sistemas de comunicação e informação considerando a função social desses sistemas.
10744	Reconhecer posições críticas aos usos sociais que são feitos das linguagens e dos sistemas de comunicação e informação.
9843	Reconhecer no texto estratégias argumentativas empregadas para o convencimento do público, tais como a intimidação, sedução, comoção, chantagem, entre outras.
7241	Reconhecer a linguagem corporal como meio de interação social, considerando os limites de desempenho e as alternativas de adaptação para diferentes indivíduos.
8716	Identificar, em textos de diferentes gêneros, as marcas linguísticas que singularizam as variedades linguísticas sociais, regionais e de registro.
11950	Relacionar as variedades linguísticas a situações específicas de uso social.
13064	Estabelecer relações entre o texto literário e o momento de sua produção, situando aspectos do contexto histórico, social e político.
11131	Reconhecer a função e o impacto social das diferentes tecnologias da comunicação e informação.
8806	Identificar pela análise de suas linguagens, as tecnologias da comunicação e informação.
10609	Reconhecer a presença de valores sociais e humanos atualizáveis e permanentes no patrimônio literário nacional.
13388	Analisar as diversas produções artísticas como meio de explicar diferentes culturas, padrões de beleza e preconceitos.
13475	Estabelecer relações entre o texto literário e o momento de sua produção, situando aspectos do contexto histórico, social e político.
11131	Reconhecer os usos da norma padrão da língua portuguesa nas diferentes situações de comunicação.
13476	Relacionar as tecnologias de comunicação e informação ao desenvolvimento das sociedades e ao conhecimento que elas produzem.
13161	Avaliar a razoabilidade de um resultado numérico na construção de argumentos sobre afirmações quantitativas.
10547	Utilizar a noção de escalas na leitura de representação de situação do cotidiano.
15402	Avaliar propostas de intervenção na realidade utilizando conhecimentos de estatística e probabilidade.
15460	Resolver situação-problema que envolva medidas de grandezas.
9909	Avaliar propostas de intervenção na realidade utilizando conhecimentos numéricos.
8930	Avaliar o resultado de uma medição na construção de um argumento consistente.
12765	Avaliar proposta de intervenção na realidade utilizando conhecimentos geométricos relacionados a grandezas e medidas.
15446	Resolver situação-problema que envolva conhecimentos geométricos de espaço e forma.
7890	Identificar representações algébricas que expressem a relação entre grandezas.
7603	Resolver situação-problema que envolva medidas de grandezas.
9909	Identificar representações algébricas que expressem a relação entre grandezas.
7603	Interpretar a localização e a movimentação de pessoas/objetos no espaço tridimensional e sua representação no espaço bidimensional.
7031	Resolver situação-problema cuja modelagem envolva conhecimentos algébricos.
10300	

	10547	Avaliar a razoabilidade de um resultado numérico na construção de argumentos sobre afirmações quantitativas.
	11521	Resolver problema com dados apresentados em tabelas ou gráficos.
	12533	Analisar informações expressas em gráficos ou tabelas como recurso para a construção de argumentos.
	15402	Utilizar a noção de escalas na leitura de representação de situação do cotidiano.
	7031	Interpretar a localização e a movimentação de pessoas/objetos no espaço tridimensional e sua representação no espaço bidimensional.
	12730	Reconhecer, no contexto social, diferentes significados e representações dos números e operações - naturais, inteiros, racionais ou reais.
	7282	Resolver situação-problema envolvendo a variação de grandezas, direta ou inversamente proporcionais.
	12252	Utilizar conhecimentos de estatística e probabilidade como recurso para a construção de argumentação.
	11521	Resolver problema com dados apresentados em tabelas ou gráficos.
	10181	Identificar a relação de dependência entre grandezas.
	9577	Identificar relações entre grandezas e unidades de medida.
Nível 2	11047	Relacionar cidadania e democracia na organização das sociedades.
	7592	Identificar o papel dos meios de comunicação na construção da vida social.
	8454	Analisar de maneira crítica as interações da sociedade com o meio físico, levando em consideração aspectos históricos e(ou) geográficos.
	9690	Analisar a importância dos valores éticos na estruturação política das sociedades.
	15288	Analisar diferentes processos de produção ou circulação de riquezas e suas implicações sócio-espaciais.
	11559	Identificar as manifestações ou representações da diversidade do patrimônio cultural e artístico em diferentes sociedades.
	7971	Reconhecer as transformações técnicas e tecnológicas que determinam as várias formas de uso e apropriação dos espaços rural e urbano.
	14970	Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.
	11088	Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.
	9749	Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.
	10925	Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.
	7859	Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.
	11471	Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.
	13701	Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.
	7520	Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.
	11473	Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.
	10766	Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.
	10698	Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.
	8998	Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.
	7720	Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.
	14980	Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo.
	13470	Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.
	7111	Reconhecer a importância da produção cultural em LEM como representação da diversidade cultural e linguística

	10936	Reconhecer em textos de diferentes gêneros, recursos verbais e não-verbais utilizados com a finalidade de criar e mudar comportamentos e hábitos.
	11131	Estabelecer relações entre o texto literário e o momento de sua produção, situando aspectos do contexto histórico, social e político.
	13440	Identificar os elementos que concorrem para a progressão temática e para a organização e estruturação de textos de diferentes gêneros e tipos.
	12235	Reconhecer o valor da diversidade artística e das inter-relações de elementos que se apresentam nas manifestações de vários grupos sociais e étnicos.
	13476	Reconhecer os usos da norma padrão da língua portuguesa nas diferentes situações de comunicação.
	12402	Analisar a função da linguagem predominante nos textos em situações específicas de interlocução.
	13091	Relacionar, em diferentes textos, opiniões, temas, assuntos e recursos linguísticos.
	9207	Resolver situação-problema envolvendo conhecimentos numéricos.
	7421	Resolver situação-problema que envolva conhecimentos de estatística e probabilidade.
	9214	Utilizar conhecimentos geométricos de espaço e forma na seleção de argumentos propostos como solução de problemas do cotidiano.
	10441	Calcular medidas de tendência central ou de dispersão de um conjunto de dados expressos em uma tabela de frequências de dados agrupados (não em classes) ou em gráficos.
	9207	Resolver situação-problema envolvendo conhecimentos numéricos.
	12252	Utilizar conhecimentos de estatística e probabilidade como recurso para a construção de argumentação.
	10441	Calcular medidas de tendência central ou de dispersão de um conjunto de dados expressos em uma tabela de frequências de dados agrupados (não em classes) ou em gráficos.
	7318	Analisar informações envolvendo a variação de grandezas como recurso para a construção de argumentação.
	10300	Resolver situação-problema cuja modelagem envolva conhecimentos algébricos.
	10300	Resolver situação-problema cuja modelagem envolva conhecimentos algébricos.
Nível 3	7559	Analisar a ação dos estados nacionais no que se refere à dinâmica dos fluxos populacionais e no enfrentamento de problemas de ordem econômico-social.

Fonte: Elaboração da autora