

Carlos Eduardo Sousa Costa

**ANÁLISE DA DIMENSIONALIDADE E MODELAGEM  
MULTIDIMENSIONAL PELA TRI NO ENEM (1998-2008)**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Métodos e Gestão em Avaliação da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Métodos Quantitativos e Gestão em Avaliação.

Orientador: Prof. Dr. Dalton Francisco Andrade.

Florianópolis  
2015

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

Costa, Carlos Eduardo Sousa  
ANÁLISE da dimensionalidade e modelagem  
multidimensional pela tri no enem (1998-2008) / Carlos  
Eduardo Sousa Costa ; orientador, Dalton Francisco de  
Andrade - Florianópolis, SC, 2015.  
90 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. 3. Dimensionalidade . 4. ENEM.  
I. Andrade, Dalton Francisco de . II. Universidade Federal  
de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Métodos e  
Gestão em Avaliação. III. Título.

Carlos Eduardo Sousa Costa

**ANÁLISE DA DIMENSIONALIDADE E MODELAGEM  
MULTIDIMENSIONAL PELA TRI NO ENEM (1998-2008)**

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

Florianópolis, 14 de setembro de 2015.

---

Prof. Renato Cislaghi, Dr.  
Coordenador do Programa

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dalton Francisco de Andrade, Dr.  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Bolivar Alves Oliveira, Dr.  
Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas  
Educacionais Anísio Teixeira

---

Prof. Rafael Tezza, Dr.  
Universidade do Estado de Santa Catarina

---

Prof. Pedro Alberto Barbeta, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Este trabalho é dedicado à  
minha noiva Rafaela de Sena, que  
sempre me apoiou e incentivou; ao  
meu pai e minha mãe(em memória)  
que sempre me incentivaram.



## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr Dalton Francisco Andrade, pela confiança depositada no trabalho, por ter colaborado em todos os momentos com ponderações qualificadas e grandes ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Pedro Alberto Barbeta, pela amizade e pelas enriquecedoras trocas de ideias sobre dimensionalidade.

Ao pesquisador Dr. Bolivar Alves Oliveira, por ter me despertado o interesse pela dimensionalidade e por estar sempre apto a discussões no tema.

Ao Prof. Dr. Rafael Tezza, por ter se disponibilizado a avaliar este trabalho.

Aos meus amigos Kátia Neves Pedroza, Rosilene Cerri Oliveira Gomes, Diego Eller Gomes, Rosa Mara Santos Cassis, Joel de Souza, Ioná Maria Pereira, José Henrique de Sousa, Nascimento, Thiago Ferreira Braga Alves, Clara Etiene Lima de Souza, Simone Campos Lima, Teofilo Francisco de Paula, Rafael dos Santos Pereira, Leonardo Ruas Correia, Marcos de Carvalho Mazzoni Filho, Denys Cristiano de Oliveira Machado, Alexandre Santos, Éricka Sales, Danielle Costa, Jane Machado, José Reynaldo, Marco César, Marco Castilho, André Teles, Ana Magna, Guilherme Rios, João Horta, Pedro Cyres, Alexandre Jaloto, Rogério Junqueira, Patrícia Andréia, Lenice Medeiros, Gabriela, André Vitor, Vanessa Oliveira, Davi Simões, Marcelo Cortez, Cátia Pereira, Elizabeth Santos, Taíse Liocádio, Robert Lassance, Eduardo Sousa, Patrícia Gomes, Camila Karino, Cléia Macedo, Viviane Pinto, Ticiane, Wallace, Elsio, Dias, Luana, Denise, Gabriela, Flavia Viana Helciclever, Anarcisa, José Roberto, Sidelmar, Sandra Rezende, Pedro Henrique, Cleber, Mathias, Glaucer, José Dias, Ana Paula, Fred, Pamela, Guilherme, Adolfo, que me auxiliaram e incentivaram nessa jornada.

Aos amigos e familiares pela confiança depositada em mim.

E principalmente ao INEP por ter me dado essa oportunidade, apoio e incentivo na realização desse sonho.





A sabedoria superior tolera, a inferior julga; a superior perdoa, a inferior condena. Tem coisas que o coração só fala para quem sabe escutar!

Chico Xavier



## RESUMO

No presente estudo utilizou-se uma modelagem multidimensional do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), por meio da Teoria da Resposta ao Item multidimensional (TRIM) com o objetivo de melhor compreender o aprendizado do avaliado. O ENEM (1998-2008) era um exame interdisciplinar estruturado por cinco competências expressas por 21 habilidades. Assim, por ser uma avaliação em que não podemos, a priori, considerar unidimensional, realizou-se uma análise da dimensionalidade e interpretação de suas dimensões. Inicialmente foi analisado o conjunto de 63 itens da prova amarela do ENEM 2001 em uma amostra de 10.000 respondentes. Nessa fase foi abordada a dimensionalidade da prova e a escolha do modelo que melhor se ajustava aos dados. Em seguida, foi ajustado um modelo multidimensional da TRI, com cinco dimensões, e foi feita uma relação das competências da prova do ENEM com os fatores, por meio da análise dos itens da prova. Nesta relação ficou evidenciada uma relação mais expressiva das cinco competências com somente três dimensões. Por último, foi feita uma comparação dos avaliados que acertaram 40, 50 e 60 itens na prova, através da análise da porcentagem do número de acerto em cada competência e escores, estimados por meio dos modelos multidimensionais da TRI, em cada uma das cinco dimensões, com a finalidade de interpretar o desempenho desses avaliados.

**Palavras-chave:** Dimensionalidade. ENEM. Teoria da Resposta ao Item Multidimensional.



## ABSTRACT

In the present study we used a multi-dimensional modeling of the National Examination of Secondary Education (ENEM), through multidimensional item response theory (MIRT) in order to better understand the learning assessed. The ENEM (1998-2008) was an interdisciplinary examination structured for five competencies expressed by 21 skills. So, being an assessment, we can not, a priori, to consider one-dimensional, there was an analysis of dimensionality and interpretation of its dimensions. Initially we analyzed the set of 63 items Yellow proof of ENEM 2001 on a sample of 10,000 respondents. In this phase it addressed the dimensionality of proof and choosing the model that best fit the data. Then a multidimensional model of TRI was adjusted with five dimensions, and was made a list of ENEM proof competencies with the factors through the analysis of the test items. This relationship was evidenced a more significant relationship of the five competencies with only three dimensions. Finally, a comparison of the assessed was made that hit 40, 50 and 60 items in the race through the analysis of the percentage of the hit number in each jurisdiction and scores, estimated by the multidimensional IRT models in each of the five dimensions in order to interpret the performance of these reviews.

**Keywords:** Dimensionality. ENEM. Item Response Theory Multidimensional.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Diagrama de Relação Habilidade-Competência .....	35
<b>Figura 2</b> – Superfície de Resposta de item $i$ de parâmetros ( $a_1 = 1,3; a_2 = 1,4; d = -1, c = 0,2$ ) .....	44
<b>Figura 3</b> – Gráfico de contorno da Superfície de Resposta de item $i$ de parâmetros ( $a_1 = 1,3; a_2 = 1,4; d = -1, c = 0,2$ ) .....	44





## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1 – RELAÇÃO HABILIDADE-COMPETÊNCIA .....</b>	<b>35</b>
<b>QUADRO 2 – RELAÇÃO N° HABILIDADE-ITEM POR COMPETÊNCIA.....</b>	<b>36</b>
<b>QUADRO 3- QUADRO DE REFERÊNCIA ENEM 2001 .....</b>	<b>50</b>
<b>QUADRO 4 – RELAÇÃO ITEM-FATOR.....</b>	<b>55</b>
<b>QUADRO 5 – PORCENTAGEM DO FATOR NA COMPETÊNCIA</b>	<b>57</b>
<b>QUADRO 6 – RELAÇÃO DOS FATORES ASSOCIADOS ÀS COMPETÊNCIAS .....</b>	<b>58</b>
<b>QUADRO 7 – RELAÇÃO ITEM-COMPETÊNCIA-FATOR.....</b>	<b>58</b>
<b>QUADRO 8 – PORCENTAGEM DOS FATORES QUE ESTÃO RELACIONADOS ÀS COMPETÊNCIAS EM CADA ITEM .....</b>	<b>61</b>
<b>QUADRO 9 – RELAÇÃO COMPETÊNCIA-FATOR .....</b>	<b>61</b>



## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> – COMPARAÇÃO ID.....	52
<b>TABELA 2</b> – CARGAS FATORIAIS APÓS A ROTAÇÃO <i>OBLIMIN</i> NUM MODELO DE CINCO FATORES – PROVA DO ENEM 2001 .....	52
<b>TABELA 3</b> – CORRELAÇÃO ENTRE FATORES .....	56
<b>TABELA 4</b> – ESTIMAÇÃO DOS PARÂMETROS DE DISCRIMINAÇÃO PARA CADA DIMENSÃO E PARÂMETRO DE DISCRIMINAÇÃO MULTIDIMENSIONAL $A_i$ , PARÂMETRO DE DIFICULDADE ESCALAR (D) E PARÂMETRO DE DIFICULDADE MULTIDIMENSIONAL ( $B_i$ ) PARA OS 63 ITENS, ASSUMINDO O MODELO MULTIDIMENSIONAL COMPENSATÓRIO DE TRÊS PARÂMETROS	62
<b>TABELA 5</b> – PROFICIÊNCIA DOS RESPONDENTES COM NOTA 40.....	66
<b>TABELA 6</b> – PORCENTAGEM POR COMPETÊNCIA DOS RESPONDENTES COM NOTA 40 .....	66
<b>TABELA 7</b> - PROFICIÊNCIA DOS RESPONDENTES COM NOTA 50 .....	67
<b>TABELA 8</b> – PORCENTAGEM POR COMPETÊNCIA DOS RESPONDENTES COM NOTA 50 .....	68
<b>TABELA 9</b> – PROFICIÊNCIA DOS RESPONDENTES COM NOTA 60.....	69
<b>TABELA 10</b> – PORCENTAGEM POR COMPETÊNCIA DOS RESPONDENTES COM NOTA 60 .....	69



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AF – Análise Fatorial

AFIC – Análise Fatorial de Informação Completa

AIC – Akaike Information Criterion

ANOVA – Análise de Variância Genérica

BIC – Bayesian Information Criterion

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

EM – Expectation-Maximization

ID – Índice de Dimensionalidade

MCL3P – Modelo Compensatório Logístico de três parâmetros

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

PISA- Programme for International Student Assessment  
SPSS – Statistical Package for the Social Sciences

TCT – Teoria Clássica dos Testes

TRI – Teoria de Resposta ao Item

TRIM – Teoria de Resposta ao Item Multidimensional



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>13</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>15</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b>	<b>17</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>19</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	<b>21</b>
<b>SUMÁRIO</b>	<b>23</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>25</b>
1.1 Contextualização	25
1.2 Problema de Pesquisa	26
1.3 Objetivos	27
1.3.1 Objetivo Geral	27
1.3.2 Objetivos Específicos	27
1.4 Justificativa	27
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>29</b>
2.1 Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)	29
2.2 Dimensionalidade	36
2.2.1 Análise fatorial clássica	38
2.2.2 Análise Fatorial de Informação Completa (AFIC)	38
2.2.3 Análise estatística	40
2.3 MODELOS MULTIDIMENSIONAIS	41
2.3.1 Modelo Compensatório Logístico de três parâmetros (MCL3P)	43
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>47</b>
3.1 Procedimentos estatísticos	47
3.2 DADOS DO ENEM	48
3.3 RELAÇÃO ENTRE FATORES E COMPETÊNCIAS	49
<b>4 RESULTADOS</b>	<b>51</b>
4.1 Interpretações do Número de dimensões	51
4.2 Estudo da relação das CINCO dimensões e as CINCO competências do ENEM.	56
4.2.1 Calibração e estimação dos parâmetros dos itens do modelo compensatório multidimensional com cinco dimensões	62
4.3 Estimação das proficiências	65
<b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>73</b>
ANEXO A – Prova Amarela ENEM 2001	79





# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A psicometria é um ramo da psicologia que visa medir determinados processos psicológicos por meio da utilização de testes, segundo uma análise estatística baseada em modelos matemáticos probabilísticos (PASQUALI, 2009).

Segundo Pasquali (2009), os itens que compõem os testes constituem a representação comportamental do traço latente, no sentido de que eles são as tarefas, as ações empíricas por meio das quais o traço latente se manifesta. Nesse contexto, o objetivo da psicometria é expressar numericamente os fenômenos psicológicos (PASQUALI, 2009).

Bock (1997) observa que os primeiros sinais da Teoria de Resposta ao Item podem ser vistos no artigo de Louis Leon Thurstone (1925), intitulado “A Method of Scaling Psychological and Educational Tests”, onde ele oferece uma solução para um problema de grande interesse na época, qual seja, a melhor forma de colocar os itens do teste de Binet e Simon (1905), de desenvolvimento mental das crianças, em uma escala graduada por idade.

A TRI é um conjunto de modelos matemáticos que descrevem a interação entre avaliados e itens de um teste. A TRI pode ser unidimensional, quando os itens exigem apenas um traço latente do respondente, ou multidimensional, quando mais de um traço latente é utilizado para caracterizar a resposta ao item.

Os modelos mais utilizados na TRI apoiam-se na suposição da existência de um único traço latente que influencia a probabilidade de resposta do respondente a um determinado teste, ou, pelo menos, um fator determinante que define o desempenho do indivíduo na prova ou questionário. Estes modelos são denominados de modelos unidimensionais (FRAGOSO, 2010).

Contudo, tal suposição de unidimensionalidade nem sempre é válida na prática. Comumente, mais de um traço latente tem papel significativo no desempenho de um avaliado durante a realização de uma prova. Por exemplo, em uma prova que objetiva medir a fluência de um indivíduo em um determinado idioma, vários fatores podem influenciar na resposta correta, ou não, a um determinado item, tais como seu vocabulário, a interpretação de textos ou habilidade de leitura no idioma em questão (FRAGOSO, 2010).

Outro problema é que um único traço latente pode não ser suficiente quando se pretende avaliar populações com disparidades. Por exemplo, ao se aplicar uma prova para estimar o conhecimento básico de matemática de uma população instruída em língua portuguesa, a leitura e a interpretação das perguntas dos itens não influenciarão as respostas dos indivíduos. Os itens, portanto, estarão relacionados unicamente ao conhecimento de matemática. Entretanto, se os mesmos procedimentos forem aplicados a uma população com baixa instrução em língua portuguesa, a estimação do conhecimento em matemática poderá não condizer com a realidade, pois os avaliados serão influenciados por fatores alheios, como a falta de compreensão do vocabulário da questão (FRAGOSO, 2010).

Nesses casos em que as respostas aos itens estão relacionadas a mais de uma variável latente é necessária a utilização dos Modelos Multidimensionais da Teoria de Resposta ao Item. Nesses modelos considera-se um vetor de parâmetros que caracterizam um item e um vetor de parâmetros associados aos traços latentes dos respondentes.

Um trabalho pioneiro no Brasil sobre dimensionalidade foi o de Nojosa (2002), que estudou o ENEM 1999, chegando ao resultado que esse instrumento poderia ser representado por pelo menos 5 dimensões. Outro trabalho importante foi o de Barbeta (2014), que utilizou modelos da TRI unidimensional e multidimensional numa prova de conhecimentos gerais do vestibular da Unesp de 2011. No referido trabalho, com a abordagem multidimensional foram detectados três traços latentes dominantes: raciocínio lógico, compreensão de texto e proficiência em inglês. Outros trabalhos que se destacam são os de Tezza (2012), Fragoso (2010) e Costa (2011).

## 1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

Atualmente o ENEM se transformou em uma prova de vestibular que visa selecionar os alunos com melhores notas. Essas notas são estimadas por meio de um modelo unidimensional da TRI, o chamado modelo de três parâmetros.

Segundo Nojosa (2002), o ENEM (1998-2008)<sup>1</sup> era um exame interdisciplinar que avaliava, em um único teste, diferentes conhecimentos de diversos conteúdos do ensino fundamental e médio. O seu grande diferencial era que cada um dos itens era elaborado para

---

<sup>1</sup> Considerar ao longo desse trabalho que a sigla ENEM será equivalente ao ENEM compreendido no período de 1998 a 2008.

avaliar mais de uma competência, combinando o conhecimento de diferentes disciplinas (NOJOSA, 2002). A nota do aluno era estimada pela teoria clássica dos testes (TCT)<sup>2</sup>. No entanto, questiona-se: esse instrumento realmente avaliava essas competências? Não poderíamos por meio da TRI multidimensional melhor compreender o aprendizado do respondente em cada uma das dimensões detectadas no instrumento?

O fato de o ENEM ser uma avaliação de natureza interdisciplinar o torna um instrumento propício para o estudo da multidimensionalidade, na qual se pode aplicar a modelagem multidimensional para melhor compreender o aprendizado dos avaliados. Assim, este trabalho visa por meio da abordagem multidimensional do ENEM identificar as suas dimensões predominantes e a contribuição que a modelagem multidimensional acrescenta a este para a interpretação do desempenho dos avaliados. Busca também vislumbrar a utilização futura dos modelos multidimensionais em outros instrumentos de avaliação.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo Geral

Modelar os dados da prova do ENEM 2001 por meio do ajuste dos modelos multidimensionais da Teoria de Resposta ao Item para melhor compreender o desempenho dos avaliados.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Analisar a dimensionalidade da prova do ENEM 2001.
2. Relacionar os itens com seus respectivos fatores.
3. Relacionar as competências da prova do ENEM com os fatores por meio da análise dos itens da prova.
4. Comparar os alunos com mesma nota pela teoria clássica, por meio dos escores estimados dos modelos multidimensionais da TRI.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

Devido ao fato de o ENEM ser um instrumento de características interdisciplinar, o torna adequado para o estudo de sua dimensionalidade

---

<sup>2</sup> Vide Andrade, Tavares e Valle (2000).

e verificar se realmente ele media o que se pretendia. Para isso propõe-se, com o auxílio da análise fatorial e da TRI, estudar sua dimensionalidade e modelar seus dados utilizando os modelos multidimensionais e interpretar o desempenho dos alunos que acertaram 40, 50 e 60 questões na prova objetiva do ENEM 2001, por meio da estimação dos seus escores pelo modelo multidimensional da Teoria de Resposta ao Item.

Assim, por intermédio da utilização da teoria de resposta ao item multidimensional (TRIM) poder-se-á aferir seus escores e compreender as diversidades de conhecimentos de alunos que obtiveram a mesma nota na prova, e ainda, compreender as riquezas que essa modelagem multidimensional pode proporcionar, bem como projetar sua utilização em diversos instrumentos de aferição do conhecimento.

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos.

O primeiro capítulo apresenta a introdução ao assunto, a contextualização do tema, o problema da pesquisa, os objetivos e a justificativa.

O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica sobre os temas mais relevantes que dão suporte ao trabalho: o ENEM, a Análise Fatorial e os Modelos Multidimensionais.

O terceiro capítulo apresenta os procedimentos metodológicos utilizados para análise das dimensões e modelagem multidimensional.

O quarto capítulo apresenta a análise detalhada dos resultados da análise da dimensionalidade do ENEM. Relaciona-se as competências da prova do ENEM com os fatores (dimensões) pela análise dos itens da prova, da modelagem multidimensional do instrumento e da comparação em cada dimensão dos avaliados que obtiveram a mesma nota pela teoria clássica, utilizando a porcentagem do número de acerto desses em cada competência e os seus escores (proficiências) estimados por meio do modelo multidimensional compensatório da TRI em cada dimensão.

Já no quinto capítulo apresenta-se as conclusões e recomendações para trabalhos futuros, ao que seguem as referências bibliográficas e os anexos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi criado em 1998 sendo que a partir de 2009, com nova formulação, passou a ser usado como meio de seleção para o ingresso nas universidades. O ENEM (1998-2008) 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.

O exame era constituído por uma prova contendo 63 itens objetivos de múltipla escolha (sendo que a prova continha três itens de cada habilidade), e uma proposta para redação visando avaliar as competências e habilidades desenvolvidas pelos participantes do exame no decorrer da escolaridade básica (INEP, 1998; 2002).

A prova objetiva era construída em quatro cores (amarela, branca, verde e rosa), sendo que a sequência de apresentação dos itens se alternava em cada prova (INEP, 2002). Além disso, esse exame era direcionado para uma avaliação de desempenho por competências (INEP, 1998), estruturado com base em uma matriz de competências que assinalava a relação entre os conteúdos, competências e habilidades básicas, inerentes aos participantes, na etapa de desenvolvimento cognitivo e social referente ao final da escolaridade básica (INEP, 2002).

As competências podem possuir três perspectivas: uma competência inata do sujeito, que nasce com ele e que pode ser chamada de talento, outra que depende da condição do objeto e outra chamada de competência relacional, que depende de fatores interagentes<sup>3</sup>.

As competências são ações e operações usadas para iniciar relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que se deseja conhecer. Já as habilidades provêm das competências alcançadas e concerne ao propósito direto de “saber-fazer” (INEP, 1998).

As cinco competências do ENEM eram representadas por 21 habilidades da seguinte forma:

---

<sup>3</sup> Mais detalhes podem ser vistos em Inep (2005).

### Competências:

- I. Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.
- II. Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
- III. Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
- IV. Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
- V. Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

### Habilidades:

1. Dada a descrição discursiva ou por ilustração de um experimento ou fenômeno, de natureza científica, tecnológica ou social, identificar variáveis relevantes e selecionar os instrumentos necessários para realização ou interpretação do mesmo.
2. Em um gráfico cartesiano de variável socioeconômica ou técnico-científica, identificar e analisar valores das variáveis, intervalos de crescimento ou decréscimo e taxas de variação.
3. Dada uma distribuição estatística de variável social, econômica, física, química ou biológica, traduzir e interpretar as informações disponíveis, ou reorganizá-las, objetivando interpolações ou extrapolações.
4. Dada uma situação-problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens ou vice-versa.

5. A partir da leitura de textos literários consagrados e de informações sobre concepções artísticas, estabelecer relações entre eles e seu contexto histórico, social, político ou cultural, inferindo as escolhas dos temas, gêneros discursivos e recursos expressivos dos autores.
6. Com base em um texto, analisar as funções da linguagem, identificar marcas de variantes linguísticas de natureza sociocultural, regional, de registro ou de estilo, e explorar as relações entre as linguagens coloquial e formal.
7. Identificar e caracterizar a conservação e as transformações de energia em diferentes processos de sua geração e uso social, e comparar diferentes recursos e opções energéticas.
8. Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.
9. Compreender o significado e a importância da água e de seu ciclo para a manutenção da vida, em sua relação com condições socioambientais, sabendo quantificar variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais e de intervenção humana.
10. Utilizar e interpretar diferentes escalas de tempo para situar e descrever transformações na atmosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera, origem e evolução da vida, variações populacionais e modificações no espaço geográfico.
11. Diante da diversidade da vida, analisar, do ponto de vista biológico, físico ou químico, padrões comuns nas estruturas e nos processos que garantem a continuidade e a evolução dos seres vivos.
12. Analisar fatores socioeconômicos e ambientais associados ao desenvolvimento, às condições de vida e saúde de populações humanas, por meio da interpretação de diferentes indicadores.
13. Compreender o caráter sistêmico do planeta e reconhecer a importância da biodiversidade para preservação da vida, relacionando condições do meio e intervenção humana.
14. Diante da diversidade de formas geométricas planas e espaciais, presentes na natureza ou

imaginadas, caracterizá-las por meio de propriedades, relacionar seus elementos, calcular comprimentos, áreas ou volumes, e utilizar o conhecimento geométrico para leitura, compreensão e ação sobre a realidade.

15. Reconhecer o caráter aleatório de fenômenos naturais ou não e utilizar em situações-problema processos de contagem, representação de frequências relativas, construção de espaços amostrais, distribuição e cálculo de probabilidades.

16. Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.

17. Na obtenção e produção de materiais e de insumos energéticos, identificar etapas, calcular rendimentos, taxas e índices, e analisar implicações sociais, econômicas e ambientais.

18. Valorizar a diversidade dos patrimônios etnoculturais e artísticos, identificando-a em suas manifestações e representações em diferentes sociedades, épocas e lugares.

19. Confrontar interpretações diversas de situações ou fatos de natureza histórico-geográfica, técnico-científica, artístico-cultural ou do cotidiano, comparando diferentes pontos de vista, identificando os pressupostos de cada interpretação e analisando a validade dos argumentos utilizados.

20. Comparar processos de formação socioeconômica, relacionando-os com seu contexto histórico e geográfico.

21. Dado um conjunto de informações sobre uma realidade histórico-geográfica, e ordenar os eventos registrados, compreendendo a importância dos fatores sociais, econômicos, políticos ou culturais (INEP, 2002, p. 11-13).

Segundo o Inep (2005), a ideia de competência está ligada a ações ou operações usadas para obter relações com e entre objetos,



situações, fenômenos e pessoas, sendo que cada uma das cinco competências do ENEM buscava medir os seguintes conhecimentos:

Na competência I esperava-se medir a interpretação da língua materna e o entendimento dos princípios dos elementos gráficos ou geométricos, da quantificação e da estatística, até a estruturação das diferenciadas linguagens científicas. Para isso, era esperado por parte do avaliado saber a diferença entre fatos, hipóteses e opiniões. No que tange às habilidades dessa competência, eram essenciais as interpretações de dados ou de objetos de conhecimentos ligados à matemática, às ciências e às artes. Essa interpretação tanto pode ser delimitada ao campo de ação de dada ciência como pode requisitar que se determinem relações entre diferentes linguagens.

A competência II, por meio de suas habilidades relacionadas, buscava avaliar a capacidade do estudante de produzir e utilizar um conjunto de conceitos para compreender um fato natural ou social, priorizando características universais do conhecimento científico e artístico, bem como as habilidades do avaliado que importam para o exercício da cidadania. Esta competência busca que o aluno, a partir de um domínio conceitual básico, encontre a compreensão e explicação de fenômeno ou processo natural, tecnológico e social ou de manifestação artístico-cultural em situações em que o conhecimento se apresente em contexto real.

A competência III, conforme indicado, tinha por objetivo avaliar como o respondente seleciona, organiza, relaciona e interpreta dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações problemas. Esta competência indica uma particularidade importante e complexa das pessoas, que é compreender dados e informações para tomadas de decisão perante situações e problemas como condição de sua sobrevivência pessoal, comunitária, física, biológica, econômica, social, cultural, antropológica. A referida competência avalia no respondente do exame a competência transversal, utilizada no sentido proposto por Perrenout (1999), que valoriza termos para definir competência, especialmente os de tomada de decisão, mobilização de recursos e utilização de esquemas no campo da Competência.

A competência IV tinha por objetivo avaliar se o aluno era capaz de articular, relacionar de várias formas as informações disponíveis, sendo capaz de representá-las de forma adequada. Tinha por objetivo a transmissão das ideias envolvidas e procurava avaliar a capacidade de argumentar do aluno, haja vista que no dia a dia ou na escola é necessário saber articular ideias, ordenar o pensamento, além de buscar persuadir-se e aos outros sobre a racionalidade das conclusões ou das decisões. Deste modo, estão ligadas a essa competência todas as habilidades relacionadas à comparação entre variados pontos de vista, como a análise de informações, representadas de diferentes maneiras, objetivando a extrapolações, o conflito de valorizações ou de perspectivas, e a análise qualitativa ou quantitativa de situações-problema para justificar coerentemente uma tomada de decisão.

A competência V buscava avaliar no aluno a sua capacidade de atuar sobre a realidade de maneira solidária. A realidade se manifestaria por dados (estatísticos, geométricos etc.), expressões artísticas e indicadores. As habilidades sugeridas no Documento Básico do ENEM (INEP, 2002) referem-se a essa competência no sentido de que os dados, conceitos e argumentos e instrumentos usados propiciam ao cidadão uma intervenção solidária, comportamento que obedece a valores éticos de cidadania. Esses se baseiam em compreender as diversas dimensões da realidade tais como: ética, social, histórico-geográfica, política, econômica, científica.

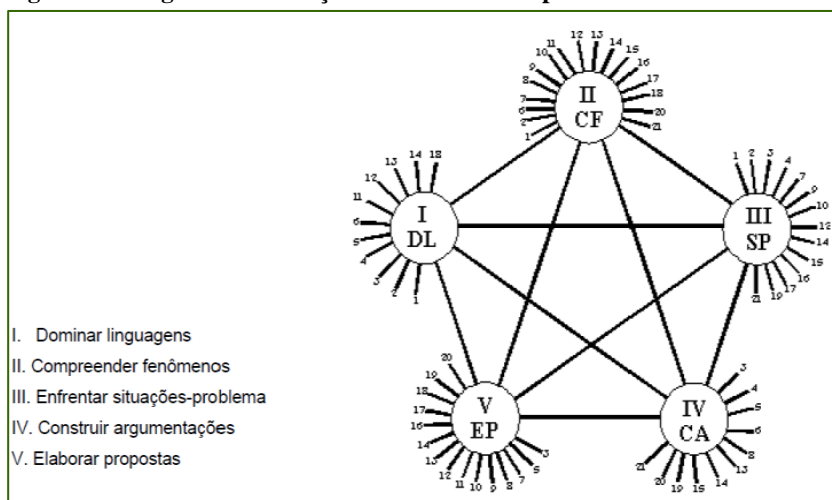
O desempenho do participante do teste era avaliado com base nas notas da prova objetiva e redação. A parte objetiva era formada de 63 itens de múltipla escolha com 5 alternativas cada, corrigidas como certo ou errado. Para composição da prova eram selecionados 3 itens para cada habilidade. Além da nota geral definida com base no número de acertos na prova, definia-se ainda uma nota para cada uma das 5 competências, com base no número de acertos nos itens associados a cada uma das competências (INEP, 2005).

As habilidades eram relacionadas com as competências de acordo com o Quadro 1 e a Figura 1 a seguir:

**Quadro 1 – Relação habilidade-competência**

Competência	Habilidades
I Dominar linguagens	1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 18
II Compreender fenômenos	1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21
III Enfrentar situações-problema	1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21
IV Construir argumentos	3, 4, 5, 6, 8, 13, 14, 15, 19, 20, 21
V Elaborar propostas	3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20

Fonte: INEP (2002, p. 24).

**Figura 1 – Diagrama de Relação Habilidade-Competência**

Fonte: INEP (1998, p. 13).

No quadro 2, a seguir, pode-se observa-se que um mesmo item pode estar na composição da nota de duas ou mais competências, no entanto, é contado uma única vez no cálculo da nota geral.

**Quadro 2 – Relação N° habilidade-Item por Competência**

Competência	N° Habilidades	N° Itens
I	11	33
II	17	51
III	14	42
IV	11	33
V	15	45

Fonte: INEP (2005, p. 108).

Assim, por meio da análise da relação entre as questões da prova objetiva e habilidades, e entre estas e as competências (INEP, 2002), é possível ter a interpretação do desempenho dos participantes do exame em cada uma das cinco competências.

## 2.2 DIMENSIONALIDADE

Desde que a resposta dos indivíduos aos itens seja estatisticamente independente, ou seja, que satisfaçam a condição da independência local, e que os dados que possam ser explicados por um único traço latente (dimensão), estes dados são designados de unidimensionais (HAMBLETON; SWAMINATHAN, 1985). Quando os dados podem ser explicados por duas ou mais dimensões, são designados de multidimensionais (TEZZA, 2012).

Segundo Stout (1987), em um teste é inevitável às respostas aos itens serem multipropostas. Assim, tem-se sempre um traço latente principal e outros traços menores que exercem influência em um pequeno conjunto de itens ou até mesmo em um único item. Esse conceito é denominado de unidimensionalidade essencial e se contrapõe ao conceito da unidimensionalidade restrita, na qual as probabilidades de respostas corretas aos itens são influenciadas por somente um traço latente. Para Wei (2008), a unidimensionalidade restrita é inviável em

testes psicológicos e pedagógicos, porém, a unidimensionalidade essencial aponta uma aproximação apropriada.

Segundo Reckase (1990) discrimina, também existem duas formas de dimensionalidade: a psicológica e a estatística. A dimensionalidade psicológica é definida como sendo o quantitativo de construtos psicológicos hipotéticos exigíveis para a realização com sucesso de um teste. A dimensionalidade estatística é definida como sendo o quantitativo mínimo de variáveis matemáticas que são essenciais para retratar uma matriz de respostas a itens. Uma maneira de se analisar a dimensionalidade estatística é pelos modelos da TRI.

Os modelos da TRI unidimensional seguem o pressuposto de que o conjunto de itens de um instrumento mede somente um único traço latente. Assim, na elaboração do conjunto de itens que irão compor um determinado teste deve-se buscar atingir esse pressuposto, ou seja, em um teste que se quer medir uma habilidade matemática é desejável que não se esteja medindo também outra habilidade como, por exemplo, a física.

Para Nojosa (2002), a violação da unidimensionalidade causa consequências negativas como o questionamento da validade do item e perda da garantia da independência condicional, quando adotado um modelo unidimensional em itens multidimensionais.

Tate (2003) afirma que o pressuposto da unidimensionalidade fundamenta a maioria dos diversos tipos de índices de ajuste e testes de significância utilizados na análise da dimensionalidade de um instrumento.

Hattie (1985) identificou mais de 30 índices recomendados para determinar a dimensionalidade de uma medida e os categorizou dentro de cinco grupos: índices baseados em padrões de resposta; índices baseados na fidedignidade; índices baseados na análise de componentes principais; índices baseados na análise fatorial e índices baseados na TRI. Esse autor conclui que os índices sustentados nos modelos de TRI estruturados em dois ou três parâmetros são, em termos de fundamentação e utilidade, os índices mais indicados para a verificação da dimensionalidade de um instrumento.

Nas próximas subseções explanar-se-á sobre a análise fatorial; mais especificamente, sobre a análise fatorial de informação completa, que é um método de verificação da dimensionalidade que se integra nos índices baseados na TRI de Hattie (1985).

### 2.2.1 Análise fatorial clássica

A análise fatorial (AF) trata do relacionamento interno de um conjunto de variáveis e nasceu das ideias de Thurstone e Spearman (RECKASE, 1997), que buscavam obter melhor entendimento a respeito da inteligência. A AF foi desenvolvida com o intuito de verificar o número de fatores que explicavam os testes de inteligência, ou seja, se o construto a partir do qual se pretende avaliar um indivíduo é mais bem medido por um ou mais fatores.

Na conjuntura da AF, Nojosa (2002) enuncia que variáveis observadas são moldadas como funções lineares de um número menor de traços latentes, das quais podem ser analisadas as respectivas correlações entre as variáveis observadas e traços latentes.

Na AF utiliza-se a matriz de covariância de fatores, sendo que as cargas fatoriais são obtidas pelo processo de rotação de fatores (JOHNSON; WICHERN, 1998; LAWLEY; MAXWEL, 1971).

Quando as variáveis observadas são dicotômicas, a análise fatorial clássica torna-se inadequada. Como solução para este problema são utilizadas as matrizes de correlações tetracóricas (NOJOSA, 2002). No entanto, a literatura aponta que também o uso dessas matrizes apresenta problemas (HAMBLETON; ROVINELLI, 1983; LORD; NOVICK, 1968; MCDONALD, 1967, 1981; MCDONALD; AHLAWAT, 1974). Assim, quando existe uma ligação não linear entre as respostas dos indivíduos e os traços latentes, a análise linear fatorial de correlação de phi ou tetracórica pode produzir fatores falsos, prejudicando a análise dimensional do instrumento (LAROS; PASQUALI; RODRIGUES, 2000).

### 2.2.2 Análise Fatorial de Informação Completa (AFIC)

O método de análise fatorial de informação completa foi introduzido por Bock e Aitkin (1981), baseado na TRI, e não necessita do cálculo dos coeficientes de correlação inter-itens. Esse método, utilizado para a verificação da dimensionalidade, se enquadra nos índices baseados na TRI de Hattie (1985) e soluciona várias dificuldades existentes na análise fatorial da matriz tetracórica como, por exemplo, os problemas do acerto ao acaso e de itens não apresentados.

Os métodos da AFIC foram aprimorados com base em uma adequação dos modelos clássicos de análise fatorial (JOHNSON; WICHERN, 2007) que leva em conta a estrutura de dimensões relacionadas a variáveis contínuas (TEZZA, 2012). A AFIC é um

método que provém do modelo multifatorial de Thurstone embasado no algoritmo EM (Expectation-Maximization), de Dempster, Laird e Rubin (1977) e em estimativas de máxima verossimilhança marginal (LAROS; PASQUALI; RODRIGUES, 2000).

Na AFIC, as probabilidades de acerto dos itens são determinadas por modelos da TRI unidimensional e multidimensional. Com base nas respostas é analisada a qualidade de ajuste desses modelos, para se averiguar a quantidade de fatores que é mais plausível para um determinado instrumento.

Para o caso unidimensional, utilizamos o modelo de TRI de três parâmetros quando o item é de múltipla escolha. Para auxiliar o processo de estimação, no lugar da logística se usa a função inversa da distribuição acumulada normal padrão ( $\Phi$ ). Desta forma, a probabilidade de um respondente com proficiência ou fator  $\theta$  acertar o item  $i$  é representada por:

$$P_i(X_i = 1 | \theta) = c_i + (1 - c_i)\phi(\beta_i + \alpha_i\theta) \quad (1)$$

Designa-se  $c_i$  a probabilidade de acerto casual do item  $i$ ;  $\beta_i$ , o intercepto; e  $\alpha_i$ , o parâmetro que relaciona a proficiência do respondente com a probabilidade de acerto do item  $i$ , tal que:

$$\beta_i = -b_i a_i$$

$$\alpha_i = a_i$$

Sendo que  $a_i$ ,  $b_i$  são respectivamente os parâmetros de discriminação e dificuldade da TRI.

Os parâmetros do modelo anterior são padronizados para que o parâmetro  $\alpha_i$  possa ser analisado como carga fatorial do item  $i$  sobre proficiência  $\theta$ , ou seja, o resultado padronizado pode ser interpretado como uma correlação do item  $i$  e o fator subjacente. Esse resultado é uma medida em  $[-1, 1]$ , sendo que sua padronização comum é:

$$\alpha_i^* = \frac{\alpha_i}{\sqrt{1 + \alpha_i^2}} \quad (2)$$

Os modelos de TRI multidimensionais são adaptados às respostas dos avaliados na averiguação da presença de mais de um fator. Assim, o modelo utilizado para  $n$  fatores é dado pela seguinte fórmula:

$$P_i(X_i = 1 | \theta) = c_i + (1 - c_i)\phi(\beta_i + \alpha_{1i}\theta_1 + \dots + \alpha_{ni}\theta_n) \quad (3)$$

Para Laros, Pasquali e Rodrigues (2000), uma grande colaboração da AFIC é poder analisar a significância estatística dos fatores acrescentados progressivamente ao modelo. Desta forma, pelo teste da razão de verossimilhança é possível avaliar a significância estatística do último fator acrescentado ao modelo.

Na subsecção a seguir serão apresentados alguns critérios para a definição do número de dimensões.

### 2.2.3 Análise estatística

No método da AFIC, para a verificação do número de fatores (dimensões), podemos utilizar o critério de informação bayesiano (Bayesian Information Criterion – BIC) (SCHWARZ, 1978) e o critério de informação de Akaike (Akaike Information Criterion – AIC) (AKAIKE, 1973). O uso destes métodos para determinação da quantidade de dimensões é abordado por Bartolucci, Farcomeni e Pennoni (2012), Nylund, Asparouhov e Muthén (2007) e Rost (1997). Segundo Tezza (2012), estes critérios comparam o provável aumento de informação em um modelo com quantidade  $n$  de dimensão diante um modelo com quantidade  $n + 1$  de dimensões, isto é realizado com fundamento no valor de máxima verossimilhança do modelo e do número de parâmetros livres (graus de liberdade). Aceita-se que o modelo mais adequado é o que mostra menor valor nesses critérios (BARTOLUCCI; FARCOMENI; PENNONI, 2012; ROST, 1997). No entanto, esses critérios apresentam problemas em sua estimação, pois ocasionalmente o AIC tende a superestimar o número de dimensões, enquanto o BIC tende a subestimar (BARTOLUCCI; FARCOMENI; PENNONI, 2012; CELEUX; SOROMENHO, 1996).

Além dos dois critérios mencionados anteriormente, na verificação dos fatores e no ajuste do modelo aos dados se pode fazer o teste baseado na estatística qui-quadrado ( $\chi^2$ ).

Nessa estatística podem-se comparar dois modelos hierárquicos para definir qual modelo se ajustará mais adequadamente aos dados. Dessa forma, tem-se que a estatística qui-quadrado ( $\chi^2$ ) é dada por:



$$\chi^2 = 2n \sum p_r \ln \left( \frac{p_r}{\hat{\pi}_r} \right) \quad (4)$$

em que  $n$  é o número de avaliados;  $p_r$  é a proporção de indivíduos que marcaram o padrão de resposta  $r$  e  $\hat{\pi}_r$  é a estimativa da probabilidade de o avaliado marcar o padrão de resposta  $r$  ante o modelo adotado.

Para verificar a dimensionalidade, ajustam-se os modelos com  $m$  e  $m+1$  dimensões, realizando-se o teste da razão da máxima verossimilhança (JÖRESKOG; MOUSTAKI, 2006; BOCK; GIBBONS; MURAKI, 1988). No entanto, é comum em avaliações de larga escala existir uma inflação do qui-quadrado. Em razão disso, Wilson, Wood e Gibbons (1998) recomendaram a divisão do qui-quadrado por 3. Esse qui-quadrado corrigido será designado neste trabalho de ( $\chi^2$  corr).

Na comparação dos modelos será utilizado o índice de dimensionalidade adotado em Laros, Pasquali e Rodrigues (2000), que será chamado de ID, definido como a mudança corrigida dos qui-quadrados dividida pelos graus de liberdade. Os graus de liberdade, numa distribuição qui-quadrado, correspondem ao valor esperado da distribuição.

Na comparação de dois modelos com  $m$  e  $m + 1$  dimensões, ID com valor positivo maior que 2,0, implica que um modelo com  $m + 1$  dimensões se adéqua melhor aos dados do que um modelo com  $m$  dimensões. Já um ID positivo menor do que 2,0 implica que o modelo com  $m$  dimensões é o mais adequado.

Outro critério para se determinar a dimensionalidade é o critério da análise das cargas fatoriais. As cargas fatoriais indicam o quanto de cada variação do item é explicado pelo fator (dimensão) e, ainda, quais itens se relacionam com cada fator. Quanto maior a carga, melhor a relação entre item e fator. Para relacionar os itens aos seus respectivos fatores utiliza-se o critério em que itens com cargas fatoriais inferiores a 0,20 não colaboram na mensuração dos respectivos fatores (LAROS; PASQUALI; RODRIGUES, 2000; NOJOSA, 2002; CONDÉ, 2008).

### 2.3 MODELOS MULTIDIMENSIONAIS

Os modelos multidimensionais da TRI modelam a relação das características dos indivíduos e suas respostas ao conjunto de itens. Esses modelos buscam alcançar o mesmo desenvolvimento da TRI unidimensional, que é bastante aplicada nas avaliações de larga escala.

Segundo Reckase (2009), dependendo da finalidade e base de dados, a Teoria de Resposta ao Item Multidimensional (TRIM) pode ser pensada como análise fatorial, modelagem de equações estruturais ou como uma extensão da TRI unidimensional.

A TRIM pode ser apontada como um tipo de AF para dados observados não contínuos, dicotômicos ou politômicos (FRAGOSO, 2010). A diferença entre essas duas metodologias é que a análise fatorial é uma técnica de redução de dados, enquanto a TRIM trata da modelagem da interação entre respondentes e itens (RECKASE, 1997). Assim, ao contrário da AF, a TRIM concentra-se nas características das variáveis de entrada, como a discriminação e dificuldade dos itens do teste e, diferentemente dos modelos da estatística multivariada, pode modelar as resposta ao acaso (RECKASE, 2009).

Segundo Reckase (2009), os precursores que estimularam o desenvolvimento da TRIM com colaborações teóricas na área da análise fatorial foram Horst (1965), McDonald (1967), Christoffersson (1975), Muthén (1978), Bock e Aitkin (1981). Esses pesquisadores propuseram mudanças na AF com o intuito de modelar as variáveis de entrada e foram fundamentais para o aperfeiçoamento da TRIM<sup>4</sup>.

Os tipos de modelos da TRIM diferenciam-se pelo modo como é definida a ligação entre as coordenadas de um vetor  $\theta$  com as características do item, com o objetivo de especificar a probabilidade de resposta ao item (COSTA, 2011).

Existem dois tipos principais de modelos da TRIM: os modelos compensatórios e os não compensatórios. Os modelos compensatórios estão baseados numa combinação linear de  $\theta$  coordenadas. Para especificar a probabilidade de resposta ao item, essa combinação é empregada em forma de ogiva normal ou logística. Nesses modelos, a combinação linear de  $\theta$  coordenadas pode produzir a mesma soma com várias combinações dos valores  $\theta$ , tais que, se um valor de  $\theta$  é baixo, o valor da soma permanece o mesmo, desde que o outro valor de  $\theta$  seja suficientemente alto (RECKASE, 2009). Assim, a diminuição da magnitude de uma proficiência  $\theta$  é compensada pelo aumento da magnitude de outros fatores latentes  $\theta$ .

Já nos modelos não compensatórios, um valor alto em um valor  $\theta_1$  não compensa um valor baixo em outro valor  $\theta_2$  (RECKASE, 2009).

---

<sup>4</sup> Maiores detalhes sobre o histórico da TRIM podem ser vistos em Reckase (2009).

Neste trabalho serão utilizados os modelos compensatórios, que são generalizações dos modelos logísticos unidimensionais e que são os mais usados na atualidade. Para Wei (2008), a grande vantagem de utilizar os modelos compensatórios em relação aos não compensatórios se dá pela maior facilidade de estimação dos parâmetros.

Na seção 2.3.1 será apresentado o Modelo Compensatório Logístico de três parâmetros. Os outros tipos de modelos da TRI multidimensional podem ser encontrados em Reckase (2009).

### 2.3.1 Modelo Compensatório Logístico de três parâmetros (MCL3P)

O MCL3P é uma generalização do modelo logístico de três parâmetros (LORD, 1980), em que a expressão matemática da probabilidade de um avaliado  $j$  com proficiência  $\theta_j$  responder corretamente o item  $i$  é dada por

$$P(X_{ij} = 1 | \theta_j) = c_i + (1 - c_i) \frac{1}{1 + \exp[-(a_i \theta_j + d_i)]} \quad (5)$$

tal que:

$X_{ij}$  é uma variável dicotômica que assume valor 1, quando o  $j$  – ésimo avaliado acerta o item  $i$  e 0, quando o  $j$  – ésimo avaliado erra o item  $i$ , sendo  $i = 1, 2, \dots, n$  e  $j = 1, 2, \dots, p$ ;

$\theta_j = (\theta_{j1}, \theta_{j2}, \dots, \theta_{jm})$  é o vetor de traços latentes (proficiências) do  $j$  – ésimo avaliado, tal que  $k=1, 2, \dots, m$ , suas proficiências;

$a_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im})$  é o vetor parâmetro referente à discriminação do item  $i$ ;

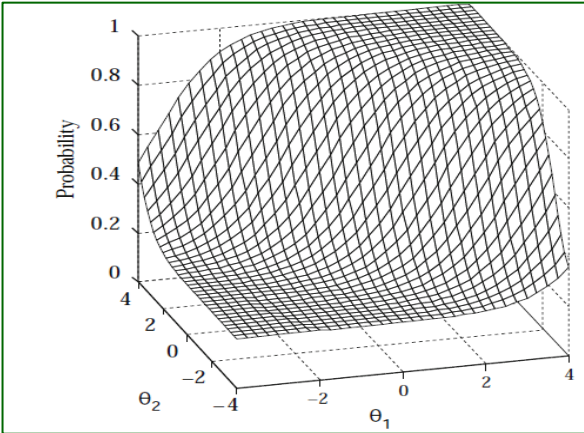
$d_i$  é um escalar que representa a dificuldade do item  $i$ ;

$c_i$  é um parâmetro de acerto ao acaso (probabilidade de um avaliado com baixa proficiência responder a um item  $i$ ).

Nos modelos multidimensionais há uma superfície para cada item, relacionando a probabilidade de acerto ao item e as proficiências de cada avaliado.

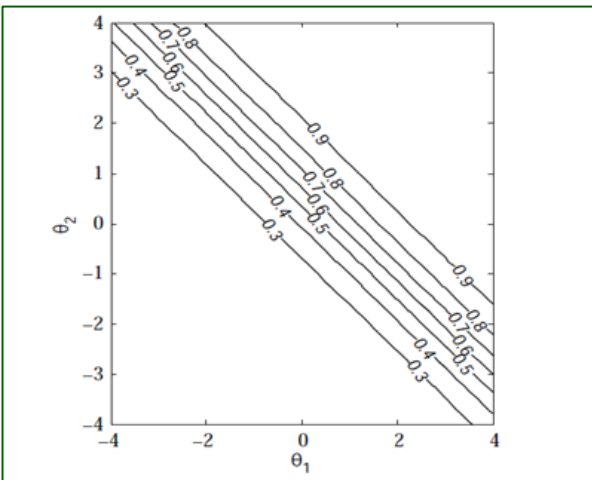
Apresenta-se a seguir, a superfície de um item sob o modelo de duas dimensões que é representada de duas formas distintas. Na Figura 2, o gráfico de uma superfície tridimensional destaca a monotonicidade do modelo; na Figura 3 apresentam-se as linhas de contorno de igual probabilidade de resposta correta. Essas linhas indicam a natureza compensatória do modelo.

**Figura 2 – Superfície de Resposta de item  $i$  de parâmetros**  
 $(a_1 = 1,3; a_2 = 1,4; d = -1, c = 0,2)$



Fonte: Reckase (2009, p. 91).

**Figura 3 – Gráfico de contorno da Superfície de Resposta de item  $i$  de parâmetros**  
 $(a_1 = 1,3; a_2 = 1,4; d = -1, c = 0,2)$



Fonte: Reckase (2009, p. 91).

Conforme os dois gráficos, a probabilidade de resposta correta do avaliado aumenta monotonicamente com o aumento em um ou ambos os componentes do vetor de proficiência  $\theta_j$ .

Segundo Nojosa (2002), as dimensões podem não possuir interpretação esclarecedora, mas são fundamentais para a definição do modelo a ser utilizado. O número de dimensões necessário para a modelagem de dados é definido pela análise fatorial de informação completa, explicitada na seção 2.2.2.

Nos modelos multidimensionais, os parâmetros de discriminação do vetor  $a_i$  estão associados à inclinação da superfície de resposta do item em todos os eixos das proficiências (FRAGOSO, 2010). Esses parâmetros indicam a sensibilidade do item  $i$  para distinguir as proficiências (NOJOSA, 2002).

Para medir a intensidade de transição de baixa para alta probabilidade de acertar o item utiliza-se o parâmetro de discriminação multidimensional ( $A_i$ ), também chamado de poder de discriminação do de um item  $i$  multidimensional. Ele é representado pela norma do vetor de discriminação  $a_i$ , que é dado por:

$$A_i = \sqrt{\sum_{k=1}^m a_{ik}^2} \quad (6)$$

A discriminação de um item  $i$  está ligada à inclinação da superfície de resposta ao item  $i$ . Essa inclinação diferencia-se de acordo com a posição no espaço  $\theta$  e da direção referente à superfície naquela posição (NOJOSA, 2002).

Na TRI unidimensional, no modelo de três parâmetros, o parâmetro de dificuldade  $b_i$  representa a proficiência necessária para uma probabilidade de acerto ao item de:

$$\frac{(1 + c_i)}{2}$$

Esse parâmetro, que se encontra na mesma escala da proficiência  $\theta$ , é determinado pelo ponto de inflexão da curva característica do item  $i$  (NOJOSA, 2002). Nos modelos multidimensionais, o parâmetro de dificuldade  $d_i$  não possui essa característica. Assim, para representar a dificuldade de um item  $i$  multidimensional, utiliza-se o  $B_i$  indicado por Reckase (2009), que é dado por:

$$B_i = \frac{-d_i}{A_i} \quad (7)$$

Nessa equação,  $d_i$  equivale ao termo  $-a_i b_i$  no modelo unidimensional e  $B_i$  possui significado análogo a  $b_i$  no modelo unidimensional, sendo que  $B_i$  é a distância da origem ao ponto de maior inclinação da superfície (NOJOSA, 2002). Desta forma, valores positivos altos de  $B$  indicam itens difíceis, ou seja, os indivíduos que realizam o teste precisam ter valores altos dos componentes de  $\theta_j$  para atingirem probabilidade de resposta correta maior que 0,5 (RECKASE, 2009).

Os parâmetros de resposta ao acaso ( $c_i$ ), nos modelos multidimensionais, apontam a probabilidade de resposta correta ao item  $i$  de avaliados com baixa proficiência em todas as dimensões (NOJOSA, 2002).

Os parâmetros de proficiência do vetor  $\theta_j$  são usualmente representados na escala de média 0 e desvio padrão 1. Segundo Nojosa (2002), assim como nos modelos unidimensionais, nos modelos multidimensionais não importa quais valores são escolhidos para as medidas de posição e dispersão da proficiência, o que importa são os vínculos de ordem entre seus pontos. (NOJOSA, 2002).

Nos itens analisados o  $A_i$  e  $B_i$  são analisados da mesma forma que os respectivos parâmetros do modelo unidimensional, assim, esperase valores de  $A_i$  entre 0 e 3,0 e valores entre -3,0 e 3,0 para  $B_i$ . Já para os parâmetros de acerto ao acaso  $c_i$ , os valores recomendados para itens com cinco alternativas, independentemente da escala utilizada, estão entre (0,1; 0,3) (NOJOSA, 2002).

O modelo apresentado tem como pressuposto que a dimensionalidade do espaço  $\theta$  esteja adequadamente determinada, assegurando a independência condicional. Isso significa que dada a proficiência do indivíduo, suas respostas aos itens do teste são independentes, desde que todas as proficiências do vetor  $\theta$  que influenciam no seu desempenho sejam admitidas (NOJOSA, 2002).

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentada a metodologia utilizada na análise da dimensionalidade e modelagem multidimensional, bem como os dados, métodos e procedimentos estatísticos utilizados para interpretação, estudo da dimensionalidade e estimação de parâmetros. Essa metodologia foi utilizada para cumprir as seguintes etapas:

- Interpretação do número de dimensões por intermédio da análise fatorial de informação completa.
- Associação dos itens com seus respectivos fatores (dimensões).
- Identificação das dimensões pela comparação das competências relacionadas no quadro de referência ENEM (2001) com os fatores pela análise dos itens da prova.
- Calibração e estimação dos parâmetros dos itens da amostra de 10.000 respondentes da prova amarela do ENEM 2001.
- Modelagem dos dados dos respondentes que obtiveram acerto de 40, 50 e 60 itens na prova objetiva do ENEM 2001, utilizando o modelo multidimensional compensatório logístico de três parâmetros para a estimação das proficiências.

#### 3.1 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Nesta seção são explicitados os procedimentos estatísticos utilizados para a verificação do número de dimensões, interpretação das dimensões e modelagem multidimensional dos dados dos 63 itens da prova objetiva do ENEM 2001. Foi realizada a interpretação da dimensionalidade com o objetivo de verificar o número de dimensões mais adequado ao modelo e ajustamento de cada item às dimensões. Em seguida foram modelados os dados, utilizando o modelo multidimensional compensatório logístico de três parâmetros.

A análise dimensional dos 63 itens foi realizada utilizando o método análise fatorial de informação completa. Para Laros, Pasquali e Rodrigues (2000), a análise fatorial tem a vantagem de se poder testar a significância estatística dos fatores adicionados sucessivamente ao modelo.

Como a utilização da análise fatorial clássica (JOHNSON; WICHERN, 2007; LAWLEY; MAXWEL, 1971) fica restringida pelo fato de as variáveis observadas serem de natureza dicotômica, utilizou-se o método da Análise Fatorial de Informação Completa (AFIC)

(BOCK; AITKIN, 1981; BOCK; GIBBONS; MURAKI, 1988). Para a aplicação deste método foi utilizado o pacote *mirt* (CHALMERS, 2012) implantado no software R (R CORE TEAM, 2014).

A AFIC é embasada no ajuste de modelos TRIM com diferentes dimensões (BARBETTA et al., 2014), na qual, pela comparação feita pela estatística do qui-quadrado de modelos com  $m$  e  $m + 1$  dimensões, pode-se verificar o número de dimensões que melhor se ajusta aos dados. Neste trabalho, a verificação do número de dimensões pela AFIC foi feita com base nos resultados do critério do índice de dimensionalidade (ID) e o critério da análise das cargas fatoriais, explicitados na subseção 2.2.3. Devido ao fato de o AIC e BIC tenderem respectivamente a superestimar e subestimar o número de dimensões optou-se por não utilizar esses critérios nesta análise.

### 3.2 DADOS DO ENEM

O ENEM 2001 foi realizado no dia 26 de agosto em 277 municípios brasileiros, sendo aplicado a 1.200.883 participantes (INEP, 2001).

A prova objetiva do exame era composta por 63 itens. Esta parte da prova era identificada por quatro cores (amarela, branca, verde e rosa), alternando-se em cada cor a ordem de apresentação dos itens (INEP, 2002). O número de avaliados em cada cor foi o seguinte: 287.911 para a cor amarela, 311.768 para a cor branca, 235.852 para a cor verde e 244.979 para a cor rosa.

Segundo Nojosa (2002), na prova do ENEM, a distribuição segundo as cores em cada uma das localidades de aplicação do exame era muito heterogênea. Possuía-se uma amostra significativa da população, de tamanho representativo, para a estimação dos parâmetros fundamentais para a definição da dimensionalidade dos dados, e também a estimação dos parâmetros dos itens.

Para Downing (2003) e Wongtada e Rice (2008), não há um consenso sobre o tamanho ideal de amostra a ser usado na TRI. Segundo Spencer (2004) e Watson et al. (2006), modelos multidimensionais da teoria da resposta ao item necessitam de uma amostra com pelo menos 400 respondentes. Optou-se, neste trabalho, por analisar a dimensionalidade com uma amostra de 10.000 respondentes da prova amarela do ENEM 2001. Já para a estimação das proficiências ou habilidades dos indivíduos, segundo Nojosa (2002), o número de 63 itens é apropriado, visto que a literatura sugere um quantitativo maior que 30 itens.



Desta forma, para a análise de dados foi retirada uma amostra aleatória contendo 10.000 respondentes da prova amarela para a análise da dimensionalidade, e para a estimação das proficiências foram utilizadas as populações dos respondentes que acertaram 40, 50 e 60 itens na prova objetiva, com a finalidade de comparar o aproveitamento dos avaliados, que obtiveram o mesmo número de acerto, em cada uma das dimensões que melhor se ajustaram ao instrumento. Sendo que analisou-se a população de 3.037, 1.069 e 35 respondentes que acertaram respectivamente 40, 50 e 60 itens da prova objetiva amarela.

Na análise de dados do ENEM 2001, o primeiro procedimento foi organizar o banco de dados. Para esse fim foi utilizado o programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 21.0, em que se procedeu a formatação da amostra dos 10.000 avaliados do ENEM 2001 e a população de três grupos de respondentes, que acertaram 40, 50 e 60 na prova objetiva, para sua utilização no software R.

Em seguida, instalou-se no software R (R CORE TEAM, 2012), o pacote *mirt* (CHALMERS, 2012), versão 1.6.1, para análise da dimensionalidade dos dados, utilizando a análise fatorial de informação completa. A calibração dos itens e a proficiência dos respondentes foram obtidas utilizando o modelo multidimensional compensatório logístico de três parâmetros (ver seção 2.3.1).

### 3.3 RELAÇÃO ENTRE FATORES E COMPETÊNCIAS

Após relacionar os 63 itens da prova amarela do ENEM 2001 aos seus respectivos fatores por meio da análise das cargas fatoriais obtidas na AFIC, foi realizada uma comparação dessa relação com o quadro de referência que relaciona os itens da prova com as habilidades e competências a ela associadas.

Segue abaixo o quadro de referência, retirado do Relatório Pedagógico Enem (INEP, 2001), utilizado na comparação:

**Quadro 3- Quadro de Referência ENEM 2001**

<b>Competências</b>	<b>Habilidades</b>	<b>Questões (Prova Amarela)</b>
<b>I Dominar linguagens</b>	1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 18	1, 2, 8, 9, 12, 15, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 46, 48, 51, 53, 57, 58, 59, 63
<b>II Compreender fenômenos</b>	1, 2, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 33, 35, 36, 38, 39, 41, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61
<b>III Enfrentar situações-problema</b>	1, 2, 3, 4, 7, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 21	2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 14, 16, 20, 21, 22, 23, 24, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 62, 63
<b>IV Construir argumentos</b>	3, 4, 5, 6, 8, 13, 14, 15, 19, 20, 21	1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 20, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 37, 40, 42, 44, 47, 52, 54, 56, 61, 62, 63
<b>V Elaborar propostas</b>	3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20	2, 3, 4, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 30, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 54, 55, 57, 60, 61, 62

Fonte: Inep (2001, p. 74).

A partir desse quadro de referência foi realizado um cruzamento dos fatores (dimensões) e competências relacionadas aos itens, com o objetivo de analisar se esses fatores teriam ligação com as competências da matriz que o instrumento (ENEM) buscava medir.

## 4 RESULTADOS

Este capítulo apresenta os resultados obtidos, na análise da prova do ENEM 2001, por meio da análise estatística dos resultados; da interpretação do número de dimensões obtida pela análise fatorial; do estudo das relações das cinco dimensões encontradas na análise dimensional com cinco competências do ENEM; da utilização do modelo compensatório multidimensional com cinco dimensões para calibração, estimação dos parâmetros dos itens e estimação da proficiência dos respondentes que obtiveram, pelo cálculo na TCT, escore 40, 50 e 60 na prova do ENEM 2001. No estudo da dimensionalidade do ENEM 2001 foi utilizada a metodologia explicitada no capítulo 3.

### 4.1 INTERPRETAÇÕES DO NÚMERO DE DIMENSÕES

Para analisar a dimensionalidade deve-se primeiro averiguar o número de dimensões necessárias que melhor se ajustam ao instrumento, para em seguida detectar quais habilidades e proficiências pertencem a esse universo multidimensional (BARBETTA et al., 2014).

Para realizar esta análise, primeiramente foi necessária, para a calibração dos modelos, a utilização das estimativas dos parâmetros de acerto acaso,  $c_i$ .

Logo após, foi realizada uma comparação, por meio da estatística do qui-quadrado, dos modelos de  $m$  e  $m + 1$  dimensões. Essa comparação dos modelos foi analisada com base nos resultados do critério do índice de dimensionalidade (ID) ver Laros, Pasquali e Rodrigues (2000).

Assim, foi realizada a AFIC, fundamentada no ajuste de modelos da TRIM com diferentes dimensões, em que foram realizadas comparações sucessivas de modelos de 1 dimensão ( $M1$ ) x 2 dimensões ( $M2$ ); 2 dimensões ( $M2$ ) x 3 dimensões ( $M3$ ), e assim sucessivamente, com a finalidade de identificar a dimensão que melhor se ajusta ao construto analisado.

A Tabela 1 apresenta as comparações sucessivas realizadas até o modelo com seis dimensões e o resultado do ID de cada comparação.

**Tabela 1 – Comparação ID**

Comparação	$X^2$	$X^2$ corrigido	Grau de liberdade	ID
M1 x M2	741,31	247,10	61,00	4,05089071
M2 x M3	492,17	164,06	60,00	2,73425556
M3 x M4	400,71	133,57	59,00	2,26389266
M4 x M5	308,30	102,77	58,00	1,77185057
M5 x M6	203,68	67,89	57,00	1,19108187

Fonte: Elaboração do autor.

Com base na Tabela 1, utilizando o critério do valor ID, analisa-se que, na comparação dos modelos de quatro dimensões e cinco dimensões, o modelo com quatro dimensões é o mais adequado, pois o ID possui valor de 1,77, abaixo de 2,0.

No entanto, como esse valor está muito próximo do valor de referência 2,0, optou-se por fazer uma comparação dos modelos M5 e M6. Nessa comparação foi encontrado o valor aproximado ID de 1,19 muito menor que 2,0, o que indica que o modelo com cinco dimensões se ajusta melhor aos dados da prova do ENEM 2001. A fim de complementar essa análise dimensional da prova, foi realizada também uma análise das cargas fatoriais, observando o quanto de cada variação do item é explicado por cada dimensão.

A Tabela 2 apresenta as cargas fatoriais e as comunalidades (variância de cada item explicada pelo grupo de fatores apreciado) dos 63 itens obtidos a partir do modelo multidimensional com cinco fatores (F1, F2, F3, F4 e F5).

**Tabela 2 – Cargas fatoriais após a rotação *oblímin* num modelo de cinco fatores – Prova do ENEM 2001**

Itens	F1	F2	F3	F4	F5	$h_2$
I1	<b>0.264</b>	0.016	<b>0.412</b>	<b>0.246</b>	-0.030	0.590
I2	<b>0.892</b>	-0.027	0.077	0.011	-0.011	0.871
I3	0.063	-0.076	0.062	<b>0.294</b>	0.073	0.149
I4	<b>0.398</b>	-0.015	0.187	<b>0.273</b>	-0.009	0.513
I5	<b>0.792</b>	0.061	0.113	0.042	-0.054	0.793
I6	<b>0.215</b>	0.021	0.084	0.113	<b>0.240</b>	0.301

Itens	F1	F2	F3	F4	F5	$h_2$
I7	<b>0.760</b>	0.079	-0.001	0.053	0.118	0.823
I8	<b>0.288</b>	-0.169	<b>0.524</b>	0.159	0.065	0.683
I9	<b>0.853</b>	-0.024	0.005	0.178	0.029	0.945
I10	<b>0.264</b>	-0.064	0.013	0.177	<b>0.517</b>	0.638
I11	0.187	-0.026	-0.009	0.145	<b>0.549</b>	0.555
I12	0.143	0.066	<b>0.481</b>	0.070	0.144	0.563
I13	0.000	0.004	-0.086	<b>0.639</b>	-0.057	0.351
I14	<b>0.919</b>	-0.062	-0.004	0.122	-0.006	0.916
I15	<b>0.522</b>	-0.009	<b>0.211</b>	0.019	<b>0.254</b>	0.771
I16	0.088	0.060	-0.053	<b>0.454</b>	-0.048	0.238
I17	<b>0.764</b>	<b>0.260</b>	-0.107	0.090	-0.023	0.776
I18	0.092	0.155	<b>0.385</b>	0.149	0.171	0.540
I19	<b>0.373</b>	-0.118	<b>0.287</b>	0.103	<b>0.271</b>	0.679
I20	<b>0.249</b>	0.025	<b>0.469</b>	0.042	0.108	0.591
I21	0.172	0.180	-0.004	0.059	0.093	0.151
I22	-0.147	0.139	0.074	<b>0.382</b>	0.143	0.220
I23	<b>0.326</b>	-0.061	0.189	0.016	0.073	0.260
I24	<b>0.805</b>	-0.104	0.027	0.008	0.034	0.655
I25	<b>0.326</b>	0.066	0.112	<b>0.269</b>	0.114	0.501
I26	0.129	0.113	<b>0.231</b>	0.089	<b>0.203</b>	0.349
I27	<b>0.322</b>	-0.028	<b>0.311</b>	0.022	0.080	0.403
I28	<b>0.282</b>	0.069	<b>0.207</b>	0.140	0.187	0.497
I29	<b>0.627</b>	0.044	<b>0.279</b>	-0.057	-0.092	0.601
I30	<b>0.253</b>	0.025	<b>0.459</b>	0.039	-0.041	0.440
I31	<b>0.356</b>	0.120	<b>0.252</b>	0.042	0.017	0.429
I32	<b>0.503</b>	-0.082	0.143	-0.024	0.190	0.495
I33	0.040	-0.003	0.180	0.124	<b>0.305</b>	0.279
I34	0.019	0.065	<b>0.407</b>	0.096	0.076	0.298
I35	-0.141	0.142	0.189	<b>0.384</b>	0.025	0.238
I36	<b>0.830</b>	0.034	0.038	-0.082	0.060	0.756
I37	<b>-0.200</b>	<b>-0.829</b>	0.032	-0.075	0.110	0.841
I38	<b>0.308</b>	-0.026	<b>0.367</b>	-0.028	<b>0.232</b>	0.581
I39	-0.098	<b>0.240</b>	<b>0.343</b>	<b>0.208</b>	<b>0.267</b>	0.504
I40	<b>0.825</b>	0.138	-0.062	-0.010	0.010	0.731
I41	-0.053	0.048	<b>0.254</b>	-0.036	<b>0.306</b>	0.209

Itens	F1	F2	F3	F4	F5	$h_2$
I42	0.045	0.094	<b>0.717</b>	0.125	-0.028	0.700
I43	<b>0.288</b>	0.138	0.142	0.045	<b>0.324</b>	0.561
I44	<b>0.383</b>	0.101	<b>0.400</b>	0.019	0.028	0.631
I45	<b>0.510</b>	-0.023	0.141	0.074	<b>0.200</b>	0.629
I46	0.094	0.157	<b>0.286</b>	0.125	0.193	0.422
I47	-0.029	0.198	0.088	0.038	0.006	0.060
I48	<b>0.580</b>	0.133	0.106	0.017	0.049	0.590
I49	0.184	0.070	0.154	<b>0.251</b>	0.034	0.299
I50	<b>0.772</b>	0.091	0.038	0.006	0.107	0.844
I51	<b>0.534</b>	-0.073	-0.121	0.015	<b>0.457</b>	0.643
I52	<b>0.412</b>	<b>0.207</b>	<b>0.213</b>	0.003	0.049	0.532
I53	<b>0.483</b>	0.071	0.093	-0.073	0.147	0.427
I54	0.051	<b>0.351</b>	<b>0.428</b>	-0.041	<b>0.278</b>	0.700
I55	<b>0.258</b>	<b>0.257</b>	0.156	-0.028	<b>0.325</b>	0.589
I56	-0.049	<b>0.454</b>	0.086	0.156	<b>0.324</b>	0.520
I57	<b>0.367</b>	0.006	<b>0.349</b>	0.114	0.178	0.725
I58	<b>0.744</b>	0.151	0.088	0.063	0.063	0.926
I59	<b>0.477</b>	<b>0.297</b>	0.045	-0.020	0.087	0.546
I60	0.045	0.024	0.097	0.091	<b>0.522</b>	0.441
I61	<b>0.323</b>	<b>0.279</b>	0.142	-0.031	<b>0.307</b>	0.659
I62	-0.083	<b>0.454</b>	<b>0.276</b>	0.120	<b>0.228</b>	0.549
I63	<b>0.297</b>	0.048	0.138	0.049	<b>0.237</b>	0.404

Fonte: Elaboração do autor.

Para a análise da Tabela 2 foram mais fortemente destacadas em negrito as cargas fatoriais dos itens que estão correlacionados aos fatores. Foram utilizadas como critério as cargas com valores absolutos superiores a 0,20 (ver seção 2.2.3).

Nessa análise, pela análise das cargas fatoriais, observa-se que a grande maioria dos itens analisados no teste está associada a mais de um fator. Pode-se notar, por exemplo, que o item 1 colabora com a medição das dimensões F1, F3 e F4, enquanto o item 62 (I62) está mais associado às dimensões F2, F3 e F5.

Outro aspecto importante é que obtemos cargas fatoriais das dimensões F2 e F3 em sua maioria negativas, assim multiplicamos toda coluna de F2 e f3 por (-1), e podemos notar que o item 37 possui carga

negativa alta em F2, mas em direção oposta às demais cargas deste fator. Este item também está associado a F1 em direção oposta às demais cargas do referido fator. De acordo com Hair et al. (2009), neste caso, as propriedades dos itens variam conjuntamente; no entanto, caminham em direção contrária um em comparação ao outro.

A partir da análise da correlação dos 63 itens a essas cinco dimensões (F1, F2, F3, F4 e F5) foi elaborado o Quadro 4, a seguir, que apresenta a relação de associação entre itens e fatores.

**Quadro 4 – Relação item-fator**

<b>Fator</b>	<b>Itens</b>
<b>F1</b>	I1, I2, I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10, I14, I15, I17, I19, I20, I23, I24, I25, I27, I28, I29, I30, I31, I32, I36, I37, I38, I40, I43, I44, I45, I48, I50, I51, I52, I53, I55, I57, I58, I59, I61, I63.
<b>F2</b>	I17, I37, I39, I52, I54, I55, I56, I59, I61, I62.
<b>F3</b>	I1, I8, I12, I15, I18, I19, I20, I26, I27, I28, I29, I30, I31, I34, I38, I39, I41, I42, I44, I46, I52, I54, I57, I62.
<b>F4</b>	I1, I3, I4, I13, I16, I22, I25, I35, I39, I49.
<b>F5</b>	I6, I10, I11, I15, I19, I26, I33, I38, I39, I41, I43, I45, I51, I54, I55, I56, I60, I61, I62, I63.

Fonte: Elaboração do autor.

Pela correlação apresentada no Quadro 4, pode-se observar que os itens estão bem representados nos cinco fatores (F1, F2, F3, F4 e F5), com exceção dos itens 21 e 47, que não estão associados a nenhuma das cinco dimensões. Seria importante uma análise pedagógica para a compreensão dessa baixa contribuição desses itens no modelo com cinco dimensões.

Os demais itens do exame estão associados a uma, duas ou até três dimensões, o que já era esperado, visto que cada item foi construído com intuito de medir mais de uma competência.

Em seguida verificou-se a correlação assumindo cinco fatores. A Tabela 3, a seguir, apresenta a correlação entre os fatores:

**Tabela 3 – Correlação entre fatores**

	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>
<b>F1</b>	1.000	0.447	0.676	0.537	0.638
<b>F2</b>	0.447	1.000	0.348	0.311	0.262
<b>F3</b>	0.676	0.348	1.000	0.441	0.543
<b>F4</b>	0.537	0.311	0.441	1.000	0.369
<b>F5</b>	0.638	0.262	0.543	0.369	1.000

Fonte: Elaboração do autor.

Podemos observar na tabela 3 que existe uma correlação moderada entre os fatores analisados e uma correlação menor entre os fatores F2 e F5.

Na próxima seção será discutido o significado dessas dimensões e se estas são representações das competências que o ENEM 2001 se propunha a avaliar.

#### 4.2 ESTUDO DA RELAÇÃO DAS CINCO DIMENSÕES E AS CINCO COMPETÊNCIAS DO ENEM.

Nesta seção será realizada uma comparação entre o Quadro de Referência do Enem 2001 (Quadro 3) e a Relação item-fator (Quadro 4), com a finalidade de buscar uma interpretação e significado das cinco dimensões obtidas na análise dos resultados apresentada na seção anterior, e uma interpretação da relação dos fatores analisados com as competências propostas pelo ENEM.

Destá comparação obteve-se o Quadro 5, a seguir, que apresenta a porcentagem de itens que estão relacionados a cada fator (F1, F2, F3, F4, F5) que pertencem às competências (1, 2, 3, 4, 5) do ENEM.



**Quadro 5 – Porcentagem do Fator na Competência**

<b>Competência</b>	<b>Fator</b>	<b>Porcentagem de itens do fator na competência (%)</b>
1	F1	59
	F2	30
	F3	75
	F4	30
	F5	45
2	F1	83
	F2	70
	F3	67
	F4	100
	F5	85
3	F1	68
	F2	70
	F3	42
	F4	60
	F5	70
4	F1	56
	F2	70
	F3	63
	F4	40
	F5	40
5	F1	61
	F2	80
	F3	75
	F4	90
	F5	80

Fonte: Elaboração do autor.

Na análise do Quadro 5, pode-se observar que o F3 possui maior percentual de itens da competência 1, o que pode indicar uma ligação do fator 3 com a competência 1. Seguindo essa lógica foi elaborado o Quadro 6, abaixo, que apresenta a relação das competências do ENEM

com os fatores que apresentam maior porcentagem de itens em determinada competência:

#### **Quadro 6 – Relação dos Fatores Associados às Competências**

<b>Competência</b>	<b>Fatores</b>
1	F3
2	F4, F5, F1
3	F5, F2, F1
4	F2, F3
5	F4, F2, F5, F3

Fonte: Elaboração do autor.

Pela observação preliminar do Quadro 6, tem-se que a competência 1 é a única que está relacionada somente ao fator 3, pois a porcentagem de F3 é bem maior do que os demais fatores observados. No entanto, as competências 2, 3, 4 e 5 parecem estar relacionadas a mais de um fator, pois existem fatores que possuem porcentagens muito próximas.

Para tentar melhor compreender essa relação foi realizada uma nova análise, desta vez, analisando cada item pela comparação de suas respectivas competências com os seus fatores associados. Com este intuito averiguou-se o Quadro 7, a seguir, que apresenta estas relações:

#### **Quadro 7 – Relação Item-Competência-Fator**

<b>Item</b>	<b>Competências</b>	<b>Fatores</b>
1	1, 2, 4	1, 3, 4
2	1, 2, 3, 4, 5	1
3	2, 3, 5	4
4	2, 4, 5	1, 4
5	2, 3, 4, 5	1
6	2, 3, 4,	1
7	2, 3, 5	1
8	1, 2, 4, 5	1, 3
9	1, 2, 3, 4, 5	1
10	2, 3, 5	1, 5
11	2, 3, 5	5

<b>Item</b>	<b>Competências</b>	<b>Fatores</b>
12	1, 4, 5	3
13	2, 4, 5	4
14	2, 3, 4	1, 4
15	1, 2, 5	1, 3, 5
16	2, 3, 5	4
17	2, 4, 5	1, 2
18	1, 2	3
19	1, 2, 5	1, 3, 5
20	1, 3, 4	1, 3
22	2, 3, 5	4
23	2, 3, 5	1
24	1, 2, 3, 4, 5	1
25	1, 2, 4, 5	1, 4
26	1, 2, 4, 5	3, 5
27	1, 2, 4	1, 3
28	1, 2, 5	1, 3
29	2, 3, 4	1, 3
30	3, 4, 5	1, 3
31	2, 3, 4	1, 3
32	1, 3, 4	1
33	1, 2, 4, 5	5
34	1, 4, 5	3
35	2, 3, 5	4
36	1, 2, 3	1
37	1, 3, 4, 5	1, 2
38	1, 2, 5	1, 3, 5
39	1, 2, 3, 5	2, 3, 4, 5
40	1, 3, 4, 5	1
41	1, 2, 3, 5	3, 5
42	1, 4, 5	3

<b>Item</b>	<b>Competências</b>	<b>Fatores</b>
43	2, 3, 5	1, 5
44	1, 3, 4, 5	1, 3
45	2, 3, 5	1, 5
46	1, 2, 3, 5	3
48	1, 2, 3	1
49	2, 3, 5	4
50	2, 3, 5	1
51	1, 2, 3	1, 5
52	2, 4, 5	1, 2, 3
53	1, 2, 3	1
54	3, 4, 5	2, 3, 5
55	2, 3, 5	1, 2, 5
56	2, 3, 4	2, 5
57	1, 2, 5	1, 3
58	1, 2, 3	1
59	1, 2, 3	1, 2
60	2, 3, 5	5
61	2, 4, 5	1, 2, 5
62	3, 4, 5	2, 3, 5
63	1, 3, 4	1, 5

Fonte: Elaboração do autor.

Tendo como base o Quadro 6, que apresenta os fatores que a princípio estariam mais relacionados às competências, realizou-se, por meio no Quadro 7, a conferência da convergência desses fatores em cada item e obteve-se a porcentagem dos fatores que estão relacionados as competências em cada item, conforme mostra o Quadro 8:

**Quadro 8 – Porcentagem dos Fatores que estão Relacionados às Competências em cada Item**

Competência	Fator	%
1	F3	57%
2	F4	23%
	F1	70%
	F5	34%
3	F5	27%
	F2	17%
	F1	63%
4	F2	22%
	F3	47%
5	F4	20%
	F5	34%
	F2	18%
	F3	39%

Fonte: Elaboração do autor.

Da análise do Quadro 8 chegou-se à conclusão de que o F3 possui uma boa representação da competência 1, pois possui uma porcentagem alta no fator. Nas competências 2, 3 e 4 os fatores que melhor representam são respectivamente F1, F1, F3, enquanto na competência 5 os fatores mais representativos são F3 e F5, por apresentarem uma porcentagem próxima uma da outra.

Após essa análise foi possível representar melhor essas competências por dimensão de acordo com o Quadro 9, a seguir:

**Quadro 9 – Relação Competência-Fator**

Competência	Fator
1	F3
2	F1
3	F1
4	F3
5	F5, F3

Fonte: Elaboração do autor.

Desta análise é possível chegar à conclusão de que, na prova do ENEM 2001, as cinco dimensões não podem ser representadas pelas cinco competências que a matriz propõe avaliar. Entretanto, pode-se notar, de acordo com os resultados, que existe uma relação entre essas cinco competências e os fatores (F1, F3 e F5), sendo que F1 está mais relacionado às competências 2 e 3; F3 está relacionado às competências 1, 4 e 5; e F5 está mais relacionado à competência 5. No entanto, somente com um estudo pedagógico mais aprofundado de cada item será possível interpretar melhor essa relação.

#### 4.2.1 Calibração e estimação dos parâmetros dos itens do modelo compensatório multidimensional com cinco dimensões

Sabidas as ideias e as averiguações debatidas na seção 4.1, adotou-se um construto constituído por cinco dimensões. Posto isto, utilizando a TRI, aplicou-se uma modelagem multidimensional de cinco dimensões.

A Tabela 4 mostra a estimação dos parâmetros dos 63 itens utilizando o modelo multidimensional da teoria da resposta ao item compensatório de três parâmetros, por meio do software R (R CORE TEAM, 2014). Para obter estes parâmetros foi necessária a calibração destes itens fazendo uso das estimativas dos parâmetros de acerto acaso,  $c_i$ , obtidos do pacote *mirt* (CHALMERS, 2012).

**Tabela 4 – Estimação dos parâmetros de discriminação para cada dimensão e parâmetro de discriminação multidimensional ( $A_i$ ), parâmetro de dificuldade escalar ( $d$ ) e parâmetro de dificuldade multidimensional ( $B_i$ ) para os 63 itens, assumindo o modelo multidimensional compensatório de três parâmetros**

Item	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$d$	$A_i$	$B_i$
1	-1,64	-0,55	0,91	0,55	-0,17	-3,89	2,04	1,91
2	-4,06	0,69	1,43	0,64	-0,43	-3,43	4,43	0,77
3	-0,54	-0,3	0,31	-0,08	0,16	-0,34	0,71	0,48
4	-1,5	-0,27	0,83	0,2	-0,02	-0,22	1,75	0,12
5	-2,91	0,46	1,36	0,63	-0,36	-4,87	3,33	1,46
6	-0,99	-0,06	0,32	0,29	0,28	-1,65	1,12	1,48
7	-3,27	0,66	1,37	0,68	0,15	-4,56	3,67	1,24

Item	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$d$	$A_i$	$B_i$
8	-2,2	-0,8	0,5	0,67	-0,24	1,7	2,5	-0,68
9	-6,43	0,68	2,81	0,48	-0,05	-14,13	7,07	2
10	-2,01	-0,12	0,33	0,39	0,89	-0,66	2,26	0,29
11	-1,63	-0,07	0,24	0,4	0,87	-0,49	1,9	0,26
12	-1,54	-0,43	0,56	0,92	-0,01	-3,18	1,93	1,65
13	-0,46	-0,51	0,9	-0,45	0,3	-0,65	1,25	0,52
14	-5,19	0,72	2,02	0,29	-0,29	-9,56	5,63	1,7
15	-2,89	0,06	0,7	0,93	0,24	-2,38	3,12	0,76
16	-0,47	-0,27	0,73	-0,21	0,19	-0,41	0,95	0,42
17	-2,4	0,88	1,78	0,56	0,04	-5,35	3,17	1,69
18	-1,39	-0,37	0,76	0,85	0,17	0	1,84	0
19	-2,32	-0,34	0,4	0,63	0,23	-2,14	2,47	0,86
20	-1,71	-0,37	0,55	0,89	-0,11	-0,82	2,04	0,4
21	-0,49	0,13	0,41	0,26	0,15	0,09	0,72	-0,12
22	-0,43	-0,35	0,6	0,12	0,37	-1,53	0,91	1,69
23	-0,95	-0,06	0,2	0,26	-0,05	-1,67	1,01	1,66
24	-2,23	0,36	0,58	0,2	-0,17	-4,52	2,34	1,93
25	-1,43	-0,17	0,84	0,28	0,23	-0,54	1,71	0,32
26	-1	-0,14	0,45	0,54	0,2	-0,33	1,25	0,26
27	-1,25	-0,16	0,33	0,49	-0,09	-0,33	1,4	0,23
28	-1,46	-0,14	0,63	0,53	0,21	-1,16	1,69	0,68
29	-1,79	0,16	0,71	0,65	-0,45	-3,84	2,09	1,84
30	-1,21	-0,31	0,49	0,64	-0,29	-1,19	1,51	0,79
31	-1,21	-0,01	0,63	0,56	-0,1	-2,76	1,48	1,87
32	-1,62	0,09	0,24	0,4	0,06	-1,53	1,68	0,91
33	-0,89	-0,23	0,2	0,36	0,33	0,11	1,06	-0,1
34	-0,81	-0,36	0,38	0,55	-0,03	0,33	1,11	-0,3
35	-0,43	-0,44	0,68	0,17	0,19	0,24	0,95	-0,25
36	-2,7	0,71	0,86	0,64	-0,17	-4,66	3	1,55
37	0,76	-1,2	-3,16	-1,79	-0,25	-9,2	3,91	2,35

Item	$a_1$	$a_2$	$a_3$	$a_4$	$a_5$	$d$	$A_i$	$B_i$
38	-1,79	-0,19	0,29	0,83	0,06	-1,44	2	0,72
39	-1,11	-0,41	0,79	0,86	0,42	1,95	1,72	-1,14
40	-2,36	0,81	1,19	0,5	-0,08	-3,31	2,81	1,18
41	-0,64	-0,15	0,03	0,53	0,24	0,54	0,87	-0,62
42	-1,78	-0,92	0,93	1,31	-0,41	-0,32	2,6	0,12
43	-1,61	0,08	0,59	0,75	0,43	-2,55	1,92	1,33
44	-1,83	-0,15	0,8	0,94	-0,22	0,89	2,22	-0,4
45	-2,07	0,04	0,59	0,51	0,18	-3,92	2,22	1,77
46	-1,11	-0,22	0,6	0,66	0,21	-1,17	1,45	0,8
47	-0,13	0,01	0,31	0,26	0,04	-1,18	0,43	2,74
48	-1,74	0,31	0,85	0,59	-0,04	-3,15	2,04	1,54
49	-0,86	-0,22	0,63	0,21	0,09	-1,25	1,11	1,12
50	-3,51	0,75	1,42	0,88	0,05	-5,81	3,96	1,47
51	-2,11	0,38	0,21	0,31	0,7	-3,46	2,28	1,52
52	-1,42	0,17	0,82	0,76	-0,05	-3,29	1,81	1,81
53	-1,3	0,27	0,38	0,49	0,05	-1,87	1,47	1,28
54	-1,69	-0,09	0,95	1,7	0,32	-0,97	2,6	0,37
55	-1,55	0,23	0,69	1,01	0,44	-3,1	2,04	1,52
56	-0,89	0,08	1,02	0,91	0,67	-2,08	1,77	1,17
57	-2,45	-0,34	0,82	0,9	0,1	-3,3	2,76	1,19
58	-5,14	0,89	2,6	1,47	-0,01	-11,05	6	1,84
59	-1,36	0,47	0,93	0,73	0,11	-1,42	1,87	0,76
60	-1,22	-0,13	0,15	0,52	0,7	-1,44	1,51	0,95
61	-1,81	0,33	0,86	1,13	0,45	-0,75	2,37	0,32
62	-0,94	-0,09	1,07	1,14	0,43	-1,71	1,88	0,91
63	-1,24	0,01	0,38	0,46	0,23	-1,69	1,4	1,2

Fonte: Elaboração do autor.

A Tabela 4 mostra o parâmetro de discriminação multidimensional ( $A_i$ ). Analisando o parâmetro de discriminação pode-se verificar que existem 10 itens (2, 5, 7, 9, 14, 15, 17, 37, 50 e



58) que apresentaram valor muito alto de discriminação, pois ultrapassaram o valor de 3,0 (ver subseção 2.3.1). Já os itens 21 e 47, que não estão associados a nenhuma das cinco dimensões na análise dos fatores (ver seção 4.1), apresentaram valores mais baixos de discriminação, ainda sim, com valores aceitáveis dentro da faixa de discriminação de 0 e 3,0. Seria importante uma análise pedagógica desses itens para tentar compreender melhor o motivo desses valores de discriminação.

Além disso, a Tabela 4 mostra também o parâmetro de dificuldade multidimensional  $B_i$ , em que nota-se que todos os itens possuem parâmetro de dificuldade aceitáveis, visto que não existem itens com valores de dificuldade fora do padrão recomendado, entre -3,0 e 3,0. Vale notar que quanto maior o valor desse parâmetro, mais difícil é o item.

Na próxima seção, utilizando o Modelo Compensatório Logístico de três parâmetros com cinco dimensões, serão estimadas as proficiências dos avaliados que obtiveram nota 40, 50 e 60 na TCT. Além disso, será verificada a diferença de desempenho em cada dimensão dos avaliados que obtiveram a mesma nota pela TCT.

#### 4.3 ESTIMAÇÃO DAS PROFICIÊNCIAS

Após a estimação dos parâmetros dos itens o próximo passo é estimar as proficiências de alunos que obtiveram nota 40, 50 e 60 na TCT. Desta forma, é possível analisar o desempenho de cada avaliado em cada uma das cinco dimensões e cinco competências.

Nessa análise foi estimada a nota de 3.037 respondentes que obtiveram nota 40; 1.069 com nota 50; e 35 com nota 60, por meio do MCL3P com cinco dimensões. Para isso utilizou-se o pacote *mirt* (CHALMERS, 2012), versão 1.6.1, implantada no software R (R CORE TEAM, 2012).

Na Tabela 5 pode-se observar o desempenho de três respondentes que acertaram 40 itens na prova no ENEM 2001, em cada uma das cinco dimensões(F1,F2,F3,F4,F5).

**Tabela 5 – Proficiência dos Respondentes com nota 40**

Respondentes	F1	F2	F3	F4	F5
1	1,99	1,36	-1,97	0,53	-1,88
2	1,99	1,43	-1,97	0,35	-1,98
3	1,99	0,52	-1,92	0,52	-1,96

Fonte: Elaboração do autor.

Na Tabela 5 verifica-se que os três respondentes obtiveram a mesma proficiência na dimensão 1. Já na dimensão 2, o respondente 2 obteve melhor desempenho em relação aos demais, sendo que o terceiro indivíduo obteve o pior desempenho. Na terceira dimensão, o terceiro respondente obteve o melhor desempenho; na quarta, o primeiro e o terceiro estiveram muito próximos com melhor desempenho que o segundo respondente; e na quinta e última dimensão o primeiro respondente obteve o melhor desempenho.

Na tabela 6, a seguir temos a porcentagem do número de acertos desses três avaliados em cada uma das cinco competências do ENEM (C1,C2,C3,C4,C5).

**Tabela 6 – Porcentagem por competência dos respondentes com nota 40**

Respondentes	C1	C2	C3	C4	C5
1	70%	59%	55%	67%	67%
2	64%	61%	60%	67%	62%
3	67%	63%	64%	55%	64%

Fonte: Elaboração do autor.

Comparando a porcentagem do número de acerto dos respondentes com nota 40 em cada uma das cinco competências e da relação dessas competências com as dimensões, conforme quadro 9, podemos observar que os respondentes obtiveram número de acerto diferentes nas competências C2, C3, de modo que o respondente 3 foi o que obteve maior porcentagem de acerto nessas competências que estão mais relacionadas à dimensão (F1), nesta dimensão todos os respondentes apresentaram a mesma proficiência conforme tabela 5.

Analisando as competências C1, C4 que estão mais relacionadas a dimensão (F3), podemos notar que o respondente 1 obteve maior porcentagem de acerto na competência C1 do que os demais respondentes, já em C4 o respondente 1 e 2 obtiveram uma maior

porcentagem de acerto, analisando ainda C5 , que também está relacionado a F3, podemos verificar que o respondente 1 também obteve maior porcentagem de acerto.

Nessa análise, observamos que o respondente 1 obteve maior porcentagem de acerto do que o respondente 3, que obteve maior proficiência na dimensão F3, no entanto um percentual muito próximo nas competências C1 e C4, talvez um acerto em determinado item ou itens possa ter feito esse respondente ter proficiência maior nessa dimensão, assim, somente com um estudo pedagógico poderemos compreender melhor esta questão.

Por fim, analisando a competência C5 que está também relacionada a dimensão F5, temos que o respondente 1 obteve maior percentual de acerto na competência C5, o que corrobora com o resultado da tabela 5, que apresenta esse respondente como o mais proficiente na dimensão F5.

Na Tabela 7, abaixo, apresenta-se o desempenho de três respondentes que acertaram 50 itens na prova no ENEM 2001, em cada uma das cinco dimensões.

**Tabela 7 - Proficiência dos Respondentes com nota 50**

Respondentes	F1	F2	F3	F4	F5
1	2,08	-1,64	-2,05	1,79	2,21
2	2,00	-1,74	-2,09	2,01	1,98
3	2,54	-1,38	-2,06	1,42	2,17

Fonte: Elaboração do autor.

Na Tabela 7 pode-se averiguar que na dimensão 1 o respondente 3 obteve melhor desempenho em relação aos demais; na dimensão 2, outra vez, o respondente 3 foi o com melhor desempenho; na terceira dimensão, o primeiro respondente foi o com melhor desempenho, mas todos obtiveram desempenho muito próximos; na quarta dimensão se sobressaiu o segundo respondente; e na quinta dimensão o primeiro respondente obteve o melhor desempenho.

Na tabela 8, a seguir temos a porcentagem do número de acertos desses três avaliados em cada uma das cinco competências do ENEM (C1,C2,C3,C4,C5).

**Tabela 8 – Porcentagem por competência dos respondentes com nota 50**

Respondentes	C1	C2	C3	C4	C5
1	85%	75%	76%	79%	80%
2	79%	75%	76%	88%	78%
3	85%	76%	79%	76%	84%

Fonte: Elaboração do autor.

Comparando a porcentagem do número de acerto dos respondentes com nota 50 em cada uma das cinco competências e da relação dessas competências com as dimensões, conforme quadro 9, podemos observar nas competências C2, C3, que o respondente 3 foi o que obteve maior porcentagem de acerto nessas competências, essas competências estão mais relacionadas a dimensão (F1), o que confirma o resultado da tabela 7, em que o respondente 3 obteve maior proficiência.

Analisando as competências C1, C4 que estão mais relacionadas a dimensão (F3), podemos notar que o respondente 1 e 3 obtiveram maior porcentagem de acerto na competência C1, já em C4 o respondente 2 obteve uma maior porcentagem de acerto, analisando ainda C5, que também está relacionado a F3, podemos verificar que o respondente 3 obteve maior porcentagem de acerto. Na tabela 7, podemos notar que o respondente 1 obteve maior proficiência, mais muito próximo dos demais respondentes.

Por fim, analisando a competência C5 que está também relacionada a dimensão F5, temos que o respondente 3 obteve maior percentual de acerto na competência C5, no entanto, no resultado da tabela 7, temos que o respondente 1 apresenta mais proficiência na dimensão F5 assim, somente com um estudo pedagógico mais aprofundado poderemos compreender melhor o motivo dessa diferença.

Na Tabela 9 pode-se observar o desempenho de três respondentes que acertaram 60 itens na prova no ENEM 2001, em cada uma das cinco dimensões.

**Tabela 9 – Proficiência dos Respondentes com nota 60**

<b>Respondentes</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>	<b>F5</b>
1	2,01	-2,01	-2,17	2,16	1,98
2	2,03	-1,59	-2,16	1,79	2,04
3	2,00	-2,10	-2,14	1,98	1,99

Fonte: Elaboração do autor.

Na Tabela 9 pode-se notar que na primeira dimensão o respondente 2 obteve melhor desempenho, mas que todos estão muito próximos nessa dimensão. Na dimensão 2, o respondente 2 obteve o melhor desempenho; na terceira dimensão, o terceiro respondente foi o com melhor desempenho; na quarta dimensão, o primeiro respondente se sobressaiu aos demais; e na quinta dimensão o respondente 2 foi o que obteve melhor desempenho.

Na tabela 10, a seguir temos a porcentagem do número de acertos desses três avaliados em cada uma das cinco competências do ENEM (C1,C2,C3,C4,C5).

**Tabela 10 – Porcentagem por competência dos respondentes com nota 60**

<b>Respondentes</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
1	79%	80%	76%	79%	87%
2	76%	76%	79%	79%	82%
3	82%	80%	74%	76%	82%

Fonte: Elaboração do autor.

Comparando a porcentagem do número de acerto dos respondentes com nota 60 em cada uma das cinco competências e da relação dessas competências com as dimensões, conforme quadro 9, podemos observar nas competências C2, C3, que os respondentes 1 e 3 obtiveram maior porcentagem de acerto em C2, em C3 o respondente 2 obteve maior percentual de acerto, essas competências estão mais relacionadas a dimensão (F1), nessa dimensão de acordo com a tabela 9, o respondente 2 obteve maior proficiência, mais muito próximo dos demais respondentes o que pode explicar o resultado.

Analisando as competências C1, C4 que estão mais relacionadas a dimensão (F3), podemos notar que o respondente 3 obteve maior porcentagem de acerto na competência C1, já em C4 os respondentes 1 e 2 obtiveram maior porcentagem de acerto, analisando ainda C5, que também está relacionado a F3, podemos verificar que o respondente 1

obteve maior porcentagem de acerto. Na tabela 9, verificamos que o respondente 3 obteve maior proficiência em F3, mas também notas muito próximas.

Por fim, analisando a competência C5 que está também relacionada a dimensão F5, temos que o respondente 1 obteve maior percentual de acerto nessa competência, no entanto, no resultado da tabela 9, temos que o respondente 2 apresenta mais proficiência na dimensão F5 assim, somente com um estudo pedagógico mais aprofundado poderemos compreender melhor o motivo dessa diferença.

Pode-se observar nas tabelas 5, 7 e 9 que os indivíduos avaliados, apesar de acertarem o mesmo número de questões, obtiveram desempenhos diferentes em cada dimensão. Assim, se, por exemplo, fosse necessário selecionar dentre os três respondentes com nota 60 um indivíduo para ingressar em um curso no qual seja mais importante os conhecimentos na dimensão 4 (F4), o respondente 1 seria o mais indicado, pois foi o que obteve melhor desempenho nessa dimensão.

Podemos notar ainda, nas tabelas 6, 8 e 10 que apesar dos avaliados terem obtido a mesma nota no exame, estes apresentaram um percentual de acerto diferente em cada uma das cinco dimensões. Desta forma, por exemplo, se fosse para selecionar dentre os três respondentes com nota 60 um indivíduo que obtivesse melhor porcentagem de acerto na competência 1(C1), o respondente 3 seria o selecionado.

Como esta competência está relacionada com a dimensão 3 (F3), conforme análises anteriores, verificamos na tabela 9 que o respondente 3 obteve a maior proficiência nessa dimensão. Assim, se tivéssemos o objetivo de selecionar um avaliado com melhor rendimento em (C1) poderíamos analisar também a proficiência em (F3) dos respondentes, podendo fazer analogamente a verificação para as demais competências de acordo com suas respectivas dimensões relacionadas.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste trabalho, verificou-se a dimensionalidade da prova do ENEM 2001, que por sua particular essência de exame sugeria um modelo multidimensional. Assim sendo, ficou evidenciado pela análise fatorial de informação completa que o modelo com cinco dimensões se ajusta melhor aos dados do ENEM 2001, o que confirma a significância do modelo com cinco dimensões obtido pelo critério do índice de dimensionalidade exposto no trabalho pioneiro de Nojosa (2002), que analisou o ENEM 1999.

Sabendo que o modelo com cinco dimensões se ajustava melhor aos dados do ENEM 2001, o próximo passo foi buscar uma interpretação para essas dimensões. Com essa finalidade foram relacionados os itens com seus respectivos fatores e feita uma relação das cinco competências da prova do ENEM com os cinco fatores (dimensões). Assim, foi observada uma relação entre os fatores (F1, F3 e F5) e as cinco competências, não sendo clara, portanto, uma relação direta entre as cinco dimensões e as cinco competências do ENEM. No entanto, seria importante uma avaliação dos testes de outros anos de ENEM e uma consequente análise pedagógica dos itens para uma interpretação de como se comportariam essas dimensões.

Com relação à comparação dos alunos que obtiveram a mesma nota pela teoria clássica, essa comparação foi realizada utilizando os escores estimados por meio do modelo multidimensional logístico compensatório de três parâmetros da TRI. Foram comparados três alunos que obtiveram nota 40, 50 e 60, e em todas as comparações ficou evidenciado que enquanto um aluno tinha melhor rendimento em relação aos demais em uma dimensão, os outros, por sua vez, se sobressaíam em outra dimensão.

Este trabalho mostra a importância da modelagem da TRI multidimensional, na qual foi possível avaliar os respondentes de um exame de natureza multidimensional não por uma nota geral (seja pela TCT ou TRI Unidimensional), mas, sim, em uma determinada dimensão, na qual, compreendendo o que essa dimensão representa num contexto de determinado exame, poder-se-á selecionar o candidato mais qualificado nessa dimensão.

Atualmente, muitas avaliações são realizadas no Brasil e no mundo. Essas avaliações buscam tanto avaliar o desempenho escolar do candidato quanto selecionar os melhores candidatos para a universidade ou para um concurso público. Assim sendo, seria importante poder, num vestibular, selecionar, para um curso de engenharia, os candidatos que

obtiverem melhor aproveitamento em uma dimensão relacionada a exatas.

Assim sendo, em qualquer instrumento de caráter multidimensional em que se possa detectar e identificar as suas dimensões, a modelagem multidimensional é uma importante ferramenta para se medir o conhecimento, tal que o estudo e aprimoramento de técnicas de estimação, assim como o estudo mais aprofundado do posicionamento de itens e indivíduos em um campo multidimensional somado à integração tanto de estatísticos como dos pedagógicos, só agrega e aprimora a qualidade de medição de um instrumento de avaliação educacional.

O estudo da dimensionalidade do novo ENEM com a finalidade de compreender o desempenho de um avaliado por meio da TRIM, seria uma pesquisa importante a ser enfrentada pelos pesquisadores. A modelagem multidimensional tem um vasto âmbito de pesquisa a ser explorado, podendo ser aplicado em vários instrumentos ainda não explorados como o próprio ENEM, SAEB, PISA e até outros instrumentos que não sejam de avaliação educacional. Fica assim o desafio futuro para que essa ferramenta possa ser aprimorada e implantada nos instrumentos utilizados para avaliar.



## REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. F., TAVARES, H. R.; VALLE, R. C. **Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: ABE, 2000.

AKAIKE, H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: PETROV, B. N.; CSAKI, F. (Eds.), **Second International symposium of information theory**. Budapest: Akademiai Kiado, 1973. p. 267-281.

BARTHOLOMEW, D. J.; KNOTT, M. J. P. **Latent Variable Models and Factor Analysis**. 2nd ed. Londres: Edward Arnold, 1999.

BARBETTA, P. A.; TREVISAN, L. M. V.; TAVARES H.; AZEVEDO, T. C. A. M. Aplicação da Teoria da Resposta ao Item uni e multidimensional. **Estudos em Avaliação Educacional**, n. 25, v. 57, p. 280-302, 2014.

BARTOLUCCI, F.; FARCOMENI, A.; PENNONI, F. **Latent Markov Models for longitudinal data: Applications in Social Science and Economics**. Chapman & Hall, 2012.

BOCK, R. D. A Brief History of Item Theory Response. **Educational Measurement Issues and Practice**, v. 16, n. 4, p. 21-33, 1997.

BOCK, R. D.; AITKIN, M. Marginal maximum likelihood estimation of item parameters: Application of an EM algorithm. **Psychometrika**, v. 46, p. 443-445, 1981.

BOCK, R. D.; GIBBONS, R.; MURAKI, E. Full information item factor analysis. **Applied Psychological Measurement**, v. 12, p.261-280, 1988.

CHALMERS, R. P. Mirt: A Multidimensional Item Response Theory Package for the R Environment. **Journal of Statistical Software**, v. 48, n. 6, p. 1-29, 2012.

CELEUX, G., SOROMENHO, G. An entropy criterion for assessing the number of clusters in a mixture model. **Journal of Classification**, v. 13, p. 195-212, 1996.

CONDÉ, F. N. **Relação entre características do teste educacional e estimativa de habilidade do estudante**. Tese (Doutorado em Psicologia), Instituto de Psicologia, UNB, 2008.

COSTA, P. D. M. *Modelos multidimensionais de resposta ao item*. Tese (Doutorado em Engenharia Industrial e de Sistemas), Universidade do Minho, 2011.

DEMPSTER, A. P.; LAIRD, N. M.; RUBIN, D. B. Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm (with discussion). **Journal of the Royal Statistical Society, Series B**, v. 39, p. 1-38, 1977.

DIVGI, D. R. Calculation of the tetrachoric correlation coefficient. **Psycometrika**, v. 44, n. 2, p. 169-172, 1979.

DOWNING, S. M. Item response theory: Applications of modern test theory in medical Education. **Medical Education**, v. 37, p.739-745, 2003.

FERREIRA, O. G. L.; MACIEL, S. C.; SILVA, A. O.; NOVA SÁ, R.C.; MOREIRA, M. A. S. P. Significados atribuídos ao envelhecimento: idoso, velho e idoso ativo. **Psico-USF**, v. 15, n. 3, p. 357-364, 2010.

FRAGOSO, T. M. **Modelos Multidimensionais da Teoria da Resposta ao Item**. Dissertação (Mestrado em Ciências Matemáticas e de Computação), Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, USP, 2010.

HAMBLETON, R. K.; ROVINELLI, R. **Assessing the dimensionality of a set of test items**. A paper presented at the annual meeting of AERA. Montreal, 1983.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS - INEP. **ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio): Documento Básico**, Brasília: MEC/Inep, 1998.

\_\_\_\_\_. **Relatório Pedagógico Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM**. Brasília: Inep, 2001.

\_\_\_\_\_. **Documento básico do Enem**. Brasília: Inep, 2002.

\_\_\_\_\_. **Exame nacional do Ensino Médio (Enem): fundamentação teórico-metodológica.** Brasília: Inep, 2005.

FRANKLIN, S. B., GIBSON, D. J., ROBERTSON, P. A., POHLMANN, J. T.; FRALISH, J. S. Parallel analysis: a method for determining significant principal components. **Journal of Vegetation Science**, v. 6, n. 1, p. 99-106, 1995.

HAMBLETON, R. K.; SWAMINATHAN, H. **Item response theory: Principles and applications.** Boston: KluwerNijhoff, 1985.

HATTIE, J. A. Methodology Review: assessing unidimensionality of tests and items. **Applied Psychological Measurement**, v. 9, p. 139-164, 1985.

HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise multivariada de dados.** 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

JÖRESKOG, K. G.; MOUSTAKI, I. **Factor analysis of ordinal variables with full information maximum likelihood.** 2006.

Disponível em:

<http://www.ssicentral.com/lisrel/advancedtopics.html>. Acesso em: 27 jul. 2015.

JOHNSON, R.; WICHERN, D. **Applied Multivariate Statistical Analysis.** 4nd. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1998.

JOHNSON, R.; WICHERN, D. **Applied Multivariate Analysis.** 6 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2007.

LAROS, J. A.; PASQUALI, L.; RODRIGUES, M. M. M. **Análise da unidimensionalidade das provas do SAEB.** Relatório Técnico do CPAE. Brasília: UnB, 2000.

LAWLEY, D. N.; MAXWELL, A. E. **Factor Analysis as a Statistical Method.** 2nd. ed. London: Butterworth, 1971.

LEDESMA, R. D., VALERO-MORA, P. Determining the number of factors to retain in EFA: An easy-to-use computer program for carrying

out parallel analysis. **Practical Assessment, Research and Evaluation**, v. 12, p. 1-11, 2007.

LORD, F. M. **Applications of item response theory to practical testing problems**. Hillsdale NJ: Erlbaum, 1980.

LORD, F. M.; NOVICK, M. R. **Statistical Theory of Mental Test Scores**. Reading, MA: Addison-Wesley, 1968.

MCDONALD, R. P. Factor interaction in nonlinear factor analysis. **British Journal of Mathematical and Statistical Psychology**, v. 20, p. 82-89, 1967.

\_\_\_\_\_. The dimensionality of tests and items. **British Journal of Mathematical and Statistical Psychology**, v. 34, p. 100-117, 1981.

MCDONALD, R. P.; AHLAWAT, K. S. Difficulty factors in binary data. **British Journal of Mathematical and Statistical Psychology**, v. 27, p. 82-99, 1974.

NYLUND, K. L.; ASPAROUHOV, T.; MUTHÉN, B. Deciding on the number of classes in latent class analysis and growth mixture modeling. A Monte Carlo simulation study. **Structural Equation Modeling**, v. 14, p. 535-569, 2007.

NOJOSA, R. T. Teoria da Resposta ao Item (TRI): Modelos Multidimensionais. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 25, 2002.

PASQUALI, L. Psicometria. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**. v. 43, p. 992-999, 2009.

PEARSON, K. On the correlation of characters not quantitatively measurable. **Royal Society Philosophical Transactions**, Series A, v. 195, p. 1-47, 1900.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. RFoundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2012. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 27 jul. 2015.

R CORE TEAM. **R: An Introduction to R version 3.1.0**. 2014. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 27 jul. 2015.

RECKASE, M. D. **Unidimensionality data from multidimensional tests and multidimensional tests from unidimensional data**. Boston, AERA, 1990. [paper].

\_\_\_\_\_. The past and future of multidimensional item response theory. **Psychological Measurement**, v. 21, p. 25 -36, 1997.

\_\_\_\_\_. **Multidimensional Item Response Theory**. New York: Springer, 2009.

REVELLE, W. **Psych**: Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research. R package version 1.4.1. 2014. Disponível em: <http://personality-project.org/r>, <http://personality-project.org/r/psych-manual.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2015.

ROST, J. Logistic Mixture Models. In W. J. van der Linden and Hambleton (Ed.) **Handbook of Modern Item Response Theory**. New York: Springer, 1997. p. 449-463.

SOARES, T. M. Utilização da Teoria da Resposta ao Item na Produção de Indicadores Sócio-Econômicos. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 83-112, 2005.

SPENCER, S. G. **The strength of multidimensional item response theory in exploring construct space that is multidimensional and correlated**. Unpublished doctoral dissertation. Brigham Young University, USA, 2004.

STOUT, W. A nonparametric approach for assessing latent trait unidimensionality. **Psychometrika**, v. 52, p. 589-617, 1987.

SCHWARZ, G. Estimating the dimension of a model. **Annals of Statistics**, v. 6, p. 461-464, 1978.

TATE, R. A comparison of selected empirical methods for assessing the structure of binary data test. **Applied Psychological Measurement**, v. 27, p.159-203, 2003.

TEZZA, R. **Modelagem multidimensional para mensurar qualidade em website de e-commerce utilizando a teoria da resposta ao item.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

UEBERSAX, J. S. **Introduction to the Tetrachoric and Polychoric Correlation Coefficients.** 2010. Disponível em: [www.johnuebersax.com/stat/tetra.htm](http://www.johnuebersax.com/stat/tetra.htm). Acesso em: 27 jul. 2015.





WATSON, K., BARANOWSKI, T. ; THOMPSON, D. ; JAGO, R.; BARANOWSKI, J.; KLESGES, L.M. Innovative application of a multidimensional item response model in assessing the influence of social desirability, on the pseudo-relationship between self-efficacy and behavior. **Health Education Research, Theory & Practice**, v. 21 (Supplement 1), p. 185-197, 2006.

WILSON, D. T.; WOOD, R.; GIBBONS, R. **Testfact:** test scoring and item factor analysis. Lincolnwood: Scientific Software Internacional Inc., 1998.

WEI, H. **Multidimensionality in the NAEP science assessment:** substantive perspectives, psychometric models, and task design. PhD Dissertation University of Maryland, 2008.

WONGTADA, N.; RICE, G. Multidimensional latent traits of perceived organizational innovation: Differences between Thai and Egyptian employees. **Asia Pacific Journal of Management**, v. 25, p. 537-562, 2008.

## ANEXO A – PROVA AMARELA ENEM 2001

 <b>Exame Nacional do Ensino Médio</b>	 <b>2001</b>	<b>MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO</b> <small>BOA ESCOLA PARA TODOS</small>	 <small>Trabalhando em todo o Brasil</small>
		<b>PROVA AMARELA - ①</b>	
<b>LEIA ATENTAMENTE AS SEGUINTE INSTRUÇÕES</b>			
<p>01. Você deve receber do fiscal o material abaixo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>este caderno, com a proposta de redação e 63 questões objetivas, sem repetição ou falha.</li> <li>1 CARTÃO-RESPOSTA destinado às respostas das questões objetivas formuladas na prova.</li> <li>1 FOLHA DE REDAÇÃO para desenvolvimento da redação.</li> </ol> <p>02. Verifique se este material está em ordem, se o seu nome e número de inscrição conferem com os que aparecem</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>no CARTÃO-RESPOSTA destinado às respostas das questões objetivas;</li> <li>na FOLHA DE REDAÇÃO; e</li> </ol> <p>se a cor de seu CADERNO DE QUESTÕES coincide com a mencionada no alto da capa e nos rodapés de cada página. Caso contrário, notifique <b>IMEDIATAMENTE</b> o fiscal.</p> <p>03. Após a conferência, o participante deverá assinar, nos espaços próprios</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>do CARTÃO-RESPOSTA destinado às respostas das questões objetivas; e</li> <li>da FOLHA DE REDAÇÃO;</li> </ol> <p>utilizando, preferivelmente, caneta esferográfica de tinta preta.</p> <p>04. No CARTÃO-RESPOSTA, a marcação das letras, correspondentes às respostas de sua opção, deve ser feita preenchendo todo o espaço compreendido no círculo, a lápis preto nº 2 ou caneta esferográfica de tinta preta, com um traço contínuo e denso. A LETTORA ÓTICA é sensível a marcas escuras, portanto, preencha os campos de marcação completamente, sem deixar claros.</p> <p style="text-align: center;">Exemplo:      (A)   (B)   ●   (D)   (E)</p> <p>05. No CARTÃO-RESPOSTA, o participante deverá assinalar também, no espaço próprio, o gabarito correspondente à cor de sua prova (Amarela - ⓐ, Branca - ⓑ, Rosa - ⓓ ou Verde - ⓔ). Se assinalar um gabarito que não corresponda à cor de sua prova ou deixar de assinalá-lo, sua prova objetiva será anulada.</p> <p>06. Tenha muito cuidado com o CARTÃO-RESPOSTA e com a FOLHA DE REDAÇÃO, para não DOBRAR, AMASSAR, ou MANCHAR. O CARTÃO-RESPOSTA e a FOLHA DE REDAÇÃO SOMENTE poderão ser substituídos caso estejam danificados na BARRA DE RECONHECIMENTO PARA LEITURA ÓTICA.</p> <p>07. Para cada uma das questões são apresentadas 5 alternativas classificadas com as letras (A), (B), (C), (D) e (E); só uma responde adequadamente ao quesito proposto. Você só deve assinalar <b>UMA ALTERNATIVA PARA CADA QUESTÃO</b>: a marcação em mais de uma alternativa anula a questão, <b>MESMO QUE UMA DAS RESPOSTAS ESTEJA CORRETA</b>.</p> <p>08. As questões são identificadas pelo número que se situa acima e à esquerda de seu enunciado.</p> <p>09. <b>SERÁ EXCLUÍDO DO EXAME</b> o participante que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>se utilizar, durante a realização da prova, de máquinas e/ou de relógios de calcular, bem como de rádios gravadores, de "headphones", de telefones celulares ou de fontes de consulta de qualquer espécie;</li> <li>se ausentar da sala em que se realiza a prova levando consigo o CADERNO DE QUESTÕES e/ou o CARTÃO-RESPOSTA;</li> <li>deixar de assinalar corretamente o gabarito correspondente à cor de sua prova.</li> </ol> <p>10. Reserve os 30 (trinta) minutos finais para marcar seu CARTÃO-RESPOSTA. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES <b>NÃO SERÃO LEVADOS EM CONTA</b>.</p> <p>11. Quando terminar, entregue ao fiscal o CADERNO DE QUESTÕES, o CARTÃO-RESPOSTA, a FOLHA DE REDAÇÃO e ASSINE A LISTA DE PRESENÇA.</p> <p>12. O TEMPO DISPONÍVEL PARA ESTA PROVA, INCLUINDO A REDAÇÃO, É DE CINCO HORAS. Recomendamos que você não ultrapasse o período de uma hora e meia para elaborar sua redação.</p> <p>13. Por motivos de segurança, você somente poderá ausentar-se do recinto de prova após decorridas 2 horas do início da mesma. Caso você permaneça na sala, no mínimo, 4 horas após o início da prova, poderá levar este CADERNO DE QUESTÕES.</p>			
	BOA PROVA!	PROVA AMARELA - ①	

REDAÇÃO



(Coles, Jarandir Biaz, Rio de Janeiro, 1978)

Comer a destruição das florestas se tornou uma prioridade mundial, e não apenas um problema brasileiro. (...) Restam hoje, em todo o planeta, apenas 22% da cobertura florestal original. A Europa Ocidental perdeu 99,7% de suas florestas primárias; a Ásia, 94%; a África, 92%; a Oceania, 78%; a América do Norte, 66%; e a América do Sul, 54%. Cerca de 45% das florestas tropicais, que cobriam originalmente 14 milhões de km quadrados (1,4 bilhão de hectares), desapareceram nas últimas décadas. No caso da Amazônia Brasileira, o desmatamento da região, que até 1970 era de apenas 1%, saltou para quase 15% em 1999. Uma área do tamanho da França desmatada em apenas 30 anos. Chega.

Paulo Roberto, *Quadrante da Campanha de Acusação de Cuiabá*: <http://www.eco.org.br>

Embora os países do Hemisfério Norte possuam apenas um quinto da população do planeta, eles detêm quatro quintos dos rendimentos mundiais e consomem 70% da energia, 75% dos metais e 85% da produção de madeira mundial. (...)

Conta-se que Mahatma Gandhi, ao ser perguntado se, depois da independência, a Índia perseguiria o estilo de vida britânico, teria respondido: "(...) a Grã-Bretanha precisou de metade dos recursos do planeta para alcançar sua prosperidade; quantos planetas não seriam necessários para que um país como a Índia alcançasse o mesmo patamar?"

A sabedoria de Gandhi indicava que os modelos de desenvolvimento precisam mudar.



O planeta é um problema pessoal. Desenvolvimento sustentável. [www.wwf.org.br](http://www.wwf.org.br)

*Da uma coisa temos certeza: a terra não pertence ao homem branco; o homem branco é que pertence à terra. Disse a nós mesmos: Todas as coisas estão relacionadas como o sangue que une uma família. Tudo está associado. O que falta a nós, faz também os filhos da terra. O homem não toca a terra da vida; é antes um do seus fios. O que quer que faça a essa terra, faz a si próprio.*

Trecho de uma das várias versões de carta atribuída ao chefe Seattle, da tribo Suquamish. A carta teria sido endereçada ao presidente norte-americano, Franklin Pierce, em 1854, a propósito de uma oferta de compra do território da tribo feita pelo governo dos Estados Unidos.

PINGO, Jaime e outros (Org.). *Relatório da Anistia e direitos do Indio*. 3ª ed. São Paulo: Companhia, 1991.

*Estou indignado com a frase do presidente dos Estados Unidos, George Bush.*

"Somos os maiores poluidores do mundo, mas se for preciso poluímos mais para evitar uma recessão na economia americana".

R. L. Quinlan, SP. (Carta enviada à revista *Cartões de Brasília*, edição: Ano 10, Junho de 2001).

Com base na leitura dos quadrinhos e dos textos, redija um texto dissertativo-argumentativo sobre o tema: **Desenvolvimento e preservação ambiental: como conciliar os interesses em conflito?**

Ao desenvolver o tema proposto, procure utilizar os conhecimentos adquiridos e as reflexões feitas ao longo de sua formação. Selecione, organize e relacione argumentos, fatos e opiniões para defender o seu ponto de vista, elaborando propostas para a solução do problema discutido em seu texto. Suas propostas devem demonstrar respeito aos direitos humanos.

**Observações:**

- Lembre-se de que a situação de produção de seu texto requer o uso da modalidade escrita culta da língua.
- O texto não deve ser escrito em forma de poema (versos) ou narrativa.
- O texto deverá ter no mínimo 15 (quinze) linhas escritas.
- A redação deverá ser apresentada à tinta e desenvolvida na folha própria.
- O rascunho poderá ser feito na última página deste Caderno.



ENEM 2001

## QUESTÕES OBJETIVAS

ANTES DE MARCAR SUAS RESPOSTAS, ABINHALE, NO ESPAÇO PRÓPRIO DO CARTÃO-RESPOSTA, A COR DE SEU CADENHO DE QUESTÕES. CASO CONTRÁRIO, AS QUESTÕES DA PARTE OBJETIVA DA SUA PROVA SERÃO ANULADAS.

## 1

O mundo é grande

- O mundo é grande e cabe  
Neste janelo sobre o mar.  
O mar é grande e cabe  
Na casa e no colchão do amor.  
O amor é grande e cabe  
No bravo espaço do baizer.

LUIZ RUA, Carta Documental. *ENEM 1992*. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 1992.

Nesta poesia, o poeta realiza uma ação estilística: a construção de determinadas construções e expressões linguísticas, como o uso de mesmo conjunto para estabelecer a relação entre as frases. Esse conjunto estabelece, entre as ideias relacionadas, um sentido de

- (A) oposição.  
(B) comparação.  
(C) conclusão.  
(D) alternância.  
(E) finalização.

2

Um engenheiro, para analisar o fluxo de uma cidade, copiou sua planta numa folha de papel de bond quadrado, recortou e passou numa balança de precisão, obtendo 40 g. Em seguida, recortou, do mesmo desenho, uma praça de dimensões reais 100 m x 100m, passou o recorte na mesma balança e obteve 0,08g. Com esses dados foi possível dizer que o fluxo de cidade, em metros quadrados, é de, aproximadamente,

- (A) 800.  
(B) 10000.  
(C) 200000.  
(D) 400000.  
(E) 5000000.



3

Numa rodovia pavimentada, ocorreu o tombamento de um caminhão que transportava ácido sulfúrico concentrado. Parte de sua carga fluiu para um curso d'água não poluído que dava for sotribu, como consequência,

- I. mortandade de peixes acima da normal no local do derrame do ácido e em suas proximidades.  
II. variação do pH em função da distância e da direção do corrente da água.  
III. danos permanentes na qualidade de suas águas.  
IV. aumento momentâneo da temperatura da água no local do derrame.

É correto afirmar que, dessas consequências, apenas podem ocorrer

- (A) I e II.  
(B) II e III.  
(C) II e IV.  
(D) I, II e IV.  
(E) II, III e IV.

4

... Um operário desentende o arame, o outro o androlite, um terceiro corta, um quarto o afia nos pontos para a colocação do cabeço do afixado; para fazer o cabeço do afixado reaparecem-se 3 ou 4 operações diferentes.

SANTO, Alex. *Alfabeto do Brasil*. Investigação sobre o seu uso e sua função. Vol. 1. São Paulo: Nova Cultural, 1982.

Journal de Brasil, 19 de fevereiro de 1977.

A respeito do texto e do quadrinho são feitas as seguintes afirmações:

- I. Ambos retratam e satirizam diversos do trabalho, o qual são submetidos os operários.  
II. O texto refere-se à produção industrializada e o quadrinho, à produção artesanal.  
III. Ambos criticam o início de que o produto da atividade industrial não depende do conhecimento de todo o processo por parte do operário.

Dentro essas afirmações, apenas

- (A) I está correta.  
(B) II está correta.  
(C) III está correta.  
(D) I e II estão corretas.  
(E) I e III estão corretas.

5

Uma empresa de alimentos imprimiu em seus embalagens um cartão de apostas do seguinte tipo:

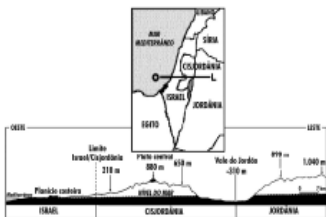


Cada cartão de apostas possui 7 figuras de bolas de futebol e 8 sinais de "X" distribuídos entre os 15 espaços possíveis, de tal forma que a probabilidade de um cliente ganhar o prêmio nunca seja igual a zero. Em determinado cartão existem duas bolas na linha 4 e duas bolas na linha 5. Com esse cartão, a probabilidade de o cliente ganhar o prêmio é

- (A) 1/27.  
(B) 1/26.  
(C) 1/54.  
(D) 1/72.  
(E) 1/108.

6

A figura apresenta as fronteiras entre os países envolvidos na Questão Palestina e um corte, no mapa, da área indicada.



Mapa do nível (BAMM), número 27, 20.

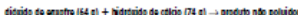
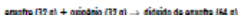
Com base na análise dessa figura e considerando o conflito entre árabes e israelenses, pode-se afirmar que, para Israel, é importante manter ocupado o área indígena por tratar-se de uma região

- (A) de planície, propícia à atividade agropecuária.  
(B) estratégica, dado que abrange as duas margens do rio Jordão.  
(C) habitada, majoritariamente, por colonos israelenses.  
(D) que garante a hegemonia israelense sobre o mar Mediterrâneo.  
(E) estrategicamente situada devido ao relevo e aos recursos hídricos.

7

Atualmente, sistemas de purificação de emissões poluidoras estão sendo exigidos por lei em um número cada vez maior de países. O controle das emissões de dióxido de enxofre gasoso, provenientes da queima do carvão que contém enxofre, pode ser feito pela reação desse gás com uma suspensão de hidróxido de cálcio em água, sendo formado um produto sólido poluidor de az:

A queima do enxofre e a reação do dióxido de enxofre com o hidróxido de cálcio, bem como as massas de algumas das substâncias envolvidas nessas reações, podem ser assim representadas:



Dessa forma, para absorver todo o dióxido de enxofre produzido pela queima de uma tonelada de carvão (contendo 1% de enxofre), é necessária a utilização de uma massa de hidróxido de cálcio de, aproximadamente,

- (A) 23 kg.  
(B) 42 kg.  
(C) 64 kg.  
(D) 74 kg.  
(E) 138 kg.

4

PROVA AMARELA

8

Os gravatões constituem um produto da sabedoria popular e, em geral, pretendem transmitir um ensinamento. A alternativa em que os dois gravatões relatam o ensinamento semelhante é:

- (A) "Quem dá o que quer, corre o que não quer" e "Quem ama o falo, bombo lhe parece".  
 (B) "Devojar se vai ao longo" e "De grão em grão, o galinha enche o papo".  
 (C) "Mão mole um pizarro na mão do que dois voando" e "Mão se deve afilar pindo os pontos".  
 (D) "Quem casa quer casa" e "Santo de casa não faz milagre".  
 (E) "Quem com ferro fere, com ferro será ferido" e "Casa de ferreiro, espeto de pau".

9

Em muitas regiões do Estado de Amazonas, o volume de madeira de uma árvore cortada é avaliado de acordo com uma prática dessas regiões:

- I - De-se uma volta completa em torno do tronco com um barbante.



- II - O barbante é dobrado duas vezes pela ponta e, em seguida, seu comprimento é medido com fita métrica.



- III - O valor obtido com essa medida é multiplicado por ele mesmo e depois multiplicado pelo comprimento do tronco. Essa é o volume estimado de madeira.

Outra estimativa pode ser obtida pelo cálculo formal do volume do tronco, considerando-o um cilindro perfeito.

A diferença entre essas medidas é praticamente equivalente às perdas de madeira no processo de corte para comercialização.

Podem afirmar que essas perdas são da ordem de:

- (A) 30%.  
 (B) 22%.  
 (C) 15%.  
 (D) 12%.  
 (E) 5%.

A principal escassez de água é uma das maiores preocupações da atualidade, considerada por alguns especialistas como o desafio maior do novo século. No entanto, não é importante quanto aumentar e aprofundar a investigação da qualidade e no reaproveitamento de água de que dispomos hoje.

10

A ação humana tem provocado algumas alterações quantitativas e qualitativas da água:

- I. Contaminação de lançamentos frásticos.  
 II. Diminuição da umidade do solo.  
 III. Enchentes e inundações.

Podem afirmar que as principais ações humanas associadas às alterações I, II e III são, respectivamente,

- (A) uso de fertilizantes e outros sanitários/lançamento de gases poluentes/conservação de córregos e rios.  
 (B) lançamento de gases poluentes/lançamento de lixo nas ruas/construção de aterros sanitários.  
 (C) uso de fertilizantes e outros sanitários / desmatamento / impermeabilização do solo urbano.  
 (D) lançamento de lixo nas ruas / uso de fertilizantes / construção de aterros sanitários.  
 (E) construção de barragens / uso de fertilizantes / construção de aterros sanitários.

11

Algumas medidas podem ser propostas com relação aos problemas da água:

- I. Reaproveitamento de rios e córregos próximos às cidades de maior porte.  
 II. Controle da ocupação urbana, especialmente em torno dos mananciais.  
 III. Proibição do despejo de efluentes industrial e doméstico sem tratamento nos rios e represas.  
 IV. Transferência de volume de água entre bacias hidrográficas para atender às cidades que já apresentam alto grau de poluição em seus mananciais.

As duas ações que devem ser tratadas como prioridades para a preservação da qualidade dos recursos hídricos são:

- (A) I e II.  
 (B) I e IV.  
 (C) II e III.  
 (D) II e IV.  
 (E) III e IV.

12

Munho Mundu, um um do seus poemas, dialoga com o canto do Povo Voz do Caminho:

"A terra é mi graciosa,  
 Não ferri eu moça it.  
 A gente vai passar.  
 No lado esquerdo me corrigi.  
 No dia seguinte meza  
 Banguela de castão de cin.  
 Tam geladas, malencias,  
 Banana que nam checha.  
 Quanto aos biches, tam-noz meio,  
 De plumagens mi vistosas.  
 Tam meaco até demais  
 Diamante tam é vistoso.  
 Estomado é para os froucos.  
 Refregal, Senhor, e aro,  
 Cruzado não ferrião,  
 Vozes parva autentic.  
 Salvo e dividido rapuão.  
 Ficava muito saudosos  
 Se far amora saudosos  
 Se far amora saudosos"

NOTA: Não há erros de pontuação e/ou ortografia no texto original.

Arrastamos e termos coloquiais misturamos na nossa poesia, criando um efeito de contraste, como ocorre em:

- (A) A terra é mi graciosa / Tam meaco até demais  
 (B) Salvo e dividido rapuão / Refregal, Senhor, e aro  
 (C) A gente vai passar / Ficava muito saudosos  
 (D) De plumagens mi vistosas / Banguela de castão de cin  
 (E) No dia seguinte meza / Diamante tam é vistoso

13

O setor residencial brasileiro é, depois da indústria, o que mais consome energia elétrica. A participação do setor residencial no consumo total de energia cresceu de forma bastante acelerada nos últimos anos. Esse crescimento pode ser explicado

- I. pelo processo de urbanização no país, com a migração da população rural para as cidades.  
 II. pela busca por melhor qualidade de vida, com a maior utilização dos sistemas de refrigeração, iluminação e aquecimento.  
 III. pela substituição de determinadas fontes de energia - a lenha, por exemplo - pela energia elétrica.

Dentre as explicações apresentadas

- (A) apenas III é correta.  
 (B) apenas I e II são corretas.  
 (C) apenas I e III são corretas.  
 (D) apenas II e III são corretas.  
 (E) I, II e III são corretas.

14

Um município de 628 km<sup>2</sup> é atendido por duas emissoras de rádio cujas antenas A e B alcançam um raio de 10 km do município, conforme mostra a figura:



Para criar um contrato publicitário, uma agência precisa avaliar a probabilidade que um morador tem de, circulando livremente pelo município, encontrar-se no área de alcance de pelo menos uma das emissoras.

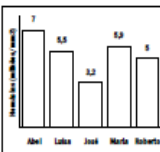
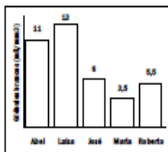
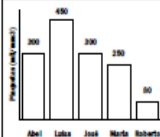
Essa probabilidade é de, aproximadamente,

- (A) 20%.  
 (B) 25%.  
 (C) 30%.  
 (D) 35%.  
 (E) 40%.

15

O hemograma é um exame laboratorial que informa o número de hemácias, glóbulos brancos e plaquetas presentes no sangue. A tabela apresenta os valores considerados normais para adultos. Os gráficos mostram os resultados do hemograma de 5 estudantes adultos. Todos os resultados são expressos em número de elementos por  $\text{mm}^3$  de sangue.

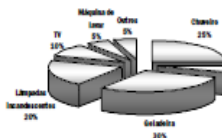
	Valores normais para adultos
Hemácias	4,5 a 5,9 milhões/ $\text{mm}^3$
C. brancos	5 a 10 mil/ $\text{mm}^3$
Plaquetas	200 a 400 mil/ $\text{mm}^3$



Podem estar ocorrendo deficiência no sistema de defesa do organismo, prejuízo no transporte de gases respiratórios e alteração no processo de coagulação sanguínea, respectivamente, com os estudantes:

- (A) Maria, José e Roberto.  
 (B) Roberto, José e Abel.  
 (C) Maria, Lucas e Roberto.  
 (D) Roberto, Maria e Lucas.  
 (E) Lucas, Roberto e Abel.

A distribuição média, por tipo de equipamento, do consumo de energia elétrica nas residências no Brasil é apresentada no gráfico.



16

Em associação com os dados do gráfico, considere as alternativas:

- I. Potência do equipamento.  
 II. Horas de funcionamento.  
 III. Número de equipamentos.

O valor das frações percentuais do consumo de energia depende de

- (A) I, apenas.  
 (B) II, apenas.  
 (C) I e II, apenas.  
 (D) II e III, apenas.  
 (E) I, II e III.

17

Como medida de economia, em uma residência com 4 moradores, o consumo mensal médio de energia elétrica foi reduzido para 300 kWh. Se essa residência obedecesse a distribuição dada no gráfico, e se nela houvesse um único chuveiro de 5000 W, pode-se concluir que o banho gelado de cada morador economiza a tar uma energia média, em minutos, de

- (A) 2,5.  
 (B) 5,0.  
 (C) 7,5.  
 (D) 10,0.  
 (E) 12,0.

18

O franciscano Roger Bacon foi condenado, entre 1277 e 1279, por dirigir ataques aos filósofos, por uma suposta crença no alquimia, na astrologia e no método experimental, e também por introduzir, no ensino, as ideias de Aristóteles. Em 1280, Roger Bacon escreveu: "Pode ser que se fabriquem máquinas capazes de que os maiores reinos de que os maiores reis, através por um único homem, se desloquem mais depressa do que se fossem cheios de navios; que se construam carros que avancem a uma velocidade incrível sem a ajuda de animais; que se fabriquem máquinas voadoras nas quais um homem (...) bata o ar com asas como um pássaro. (...) Máquinas que permitam ir ao fundo dos mares e dos rios".

(José MOUTON, *Manual de História da Ciência para o Ensino Médio*. São Paulo: Editora Fapesp, 1995, vol. 3).

Considerando o dinamismo do processo histórico, pode-se afirmar que as ideias de Roger Bacon

- (A) inseriram-se plenamente no espírito do Idade Média ao privilegiarem a crença em Deus como o principal meio para anteciper os desdobramentos da humanidade.  
 (B) atuaram em atraso com relação ao seu tempo ao desconsiderarem os instrumentos intelectuais obtidos pela Igreja para o avanço científico da humanidade.  
 (C) apontaram-se ao desencadeamento da Primeira Revolução Industrial, ao reafirmarem a aplicação da matemática e do método experimental nas investigações industriais.  
 (D) foram fundamentalmente válidas para o progresso, pois não apenas seguiram Aristóteles, como também basearam-se na tradição e na teologia.  
 (E) inseriram-se num movimento que convergia mais tarde para o reconhecimento, ao contemplarem a possibilidade de o ser humano controlar a natureza por meio das invenções.

19

"Os progressos de medicina condicionaram a sobrevivência de número cada vez maior de indivíduos com condições genéticas que só permitem o bem-estar quando seus efeitos são devidamente controlados através de drogas ou procedimentos terapêuticos. São exemplos os diabéticos e os hemofílicos, que só sobrevivem e vivem vida relativamente normal ao receberem suplementação de insulina ou de fator VIII de coagulação sanguínea".

(SILVERIO, M. *Transtornos Genéticos*. SP: UNESP, 1998).

Essas afirmações apontam para aspectos importantes que podem ser relacionados à evolução humana. Pode-se afirmar que, nos termos do texto,

- (A) os avanços da medicina minimizam os efeitos da seleção natural sobre as populações.  
 (B) os usos da insulina e do fator VIII de coagulação sanguínea funcionam como agentes modificadores do genoma humano.  
 (C) as drogas medicamentosas impedem a transferência do material genético deleituoso ao longo das gerações.  
 (D) os procedimentos terapêuticos normalizam o genótipo dos hemofílicos e diabéticos.  
 (E) as intervenções realizadas pela medicina interrompem a evolução biológica do ser humano.

20

Oprimido (ou paralado) é uma construção textual que agrupa significados que se estendem mutuamente. Para Corfield, a frase de saudade de Jon (primeira estrofe) expressa o maior de todos os oprimidos.

GARFIELD - Jim Davis



Fonte: M. S. Tadeu, 31 de julho de 2008.

Nas alternativas abaixo, estão transcritos versos retirados do poema "O operário em construção". Pode-se afirmar que ocorre um oxímoro em

- (A) "Éra ali que erguia casas Onde antes só havia cinzas."  
 (B) "... a casa que aleluzia Sendo a sua liberdade Era a sua escravidão."  
 (C) "Ninguém casa vezia Que ale mesmo levantava Um mundo novo azulado De que sequer respeitava."  
 (D) "... o operário faz a casa E a casa faz o operário."  
 (E) "Eu, um humilde operário Um operário que sabia Escavar a profissão."

NOTAS: Versão de *Arquitetura*. São Paulo: Companhia de Letras, 1992.

21

pelas normas vigentes, o litro de álcool hidratado que abastece os veículos deve ser constituído de 95% de álcool puro e 4% de água (em volume). As densidades desses componentes são dadas na tabela.

Substância	Densidade (g/l)
Água	1000
Alcool	800

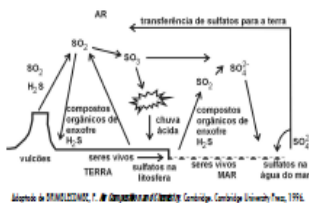
Um técnico de um órgão de defesa do consumidor inspecionou cinco postos suspeitos de venderem álcool hidratado fora das normas. Colheu uma amostra do produto em cada posto, mediu a densidade de cada uma, obtendo:

Posto	Densidade do combustível (g/l)
I	857
II	870
III	875
IV	888
V	895

A partir desses dados, o técnico pôde concluir que estavam com o combustível adequado somente os postos:

- (A) I e II.  
 (B) I e III.  
 (C) II e IV.  
 (D) III e V.  
 (E) IV e V.

O esquema representa o ciclo do enxofre na natureza, sem considerar a intervenção humana.



22

O ciclo representado mostra que a atmosfera, a litosfera, a hidrosfera e a biosfera, naturalmente,

- I. são poluídas por compostos de enxofre.  
 II. são destino de compostos de enxofre.  
 III. transportam compostos de enxofre.  
 IV. são fontes de compostos de enxofre.

Desse afirmativas, estão corretas, apenas,

- (A) I e II.  
 (B) I e III.  
 (C) II e IV.  
 (D) I, II e III.  
 (E) II, III e IV.

23

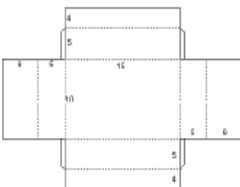
Algumas atividades humanas interferem significativamente no ciclo natural do enxofre, alterando as quantidades das substâncias indicadas no esquema. Ainda hoje isso ocorre, apesar do grande controle por legislação.

Pode-se afirmar que duas dessas interferências são resultantes de

- (A) queima de combustíveis em veículos pesados e da produção de metais a partir de sulfatos metálicos.  
 (B) produção de metais a partir de óxidos metálicos e da vulcanização do borracha.  
 (C) queima de combustíveis em veículos leves e da produção de metais a partir de óxidos metálicos.  
 (D) queima de combustíveis em indústrias e da obtenção de matérias-primas a partir do água do mar.  
 (E) vulcanização do borracha e da obtenção de matérias-primas a partir do água do mar.

24

Um fabricante de brinquedos recebeu o projeto de uma caixa que deverá conter cinco pequenos sólidos, colocados na caixa por um abertorão em sua tampa. A figura representa a planificação da caixa, com as medidas dadas em centímetros.



Os sólidos são fabricados nas formas de

- I. um cone reto de altura 1 cm e raio de base 1,5 cm.  
 II. um cubo de aresta 2 cm.  
 III. uma esfera de raio 1,5 cm.  
 IV. um paralelepípedo retangular reto, de dimensões 2 cm, 3 cm e 4 cm.  
 V. um cilindro reto de altura 3 cm e raio de base 1 cm.

O fabricante não acabou o projeto, pois percebeu que, pela abertura dessa caixa, só poderia colocar os sólidos dos tipos

- (A) I, II e III.  
 (B) I, II e V.  
 (C) I, II, IV e V.  
 (D) II, III, IV e V.  
 (E) III, IV e V.

25

Uma região industrial lança ao ar gases como o dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, causadores da chuva ácida. A figura mostra a dispersão desses gases poluentes.



Considerando o ciclo da água e a dispersão dos gases, analise as seguintes possibilidades:

- I. As águas de escoamento superficial e de precipitação que atingem o manancial poderiam causar aumento da acidez da água do manancial e provocar a morte de peixes.  
 II. A precipitação na região rural poderia causar aumento da acidez do solo e exigir procedimentos corretivos, como a calagem.  
 III. A precipitação na região rural, embora ácida, não afetaria o ecossistema, pois a transpiração dos vegetais neutralizaria o excesso de ácido.

Desse possibilidades,

- (A) pode ocorrer apenas a I.  
 (B) pode ocorrer apenas a II.  
 (C) podem ocorrer tanto a I quanto a II.  
 (D) podem ocorrer tanto a I quanto a III.  
 (E) podem ocorrer tanto a II quanto a III.

26

Várias estratégias estão sendo consideradas para a recuperação da diversidade biológica de um ambiente degradado, dentre elas, a criação de vertebrados em cativeiro. Com esse objetivo, a iniciativa mais adequada, dentre as alternativas abaixo, seria criar

- (A) machos de uma espécie e fêmeas de outras, para possibilitar o acasalamento entre elas e o surgimento de novas espécies.  
 (B) muitos indivíduos de espécie mais representativa, de forma a manter a identidade e a diversidade do ecossistema.  
 (C) muitos indivíduos de uma única espécie, para garantir uma população geneticamente heterogênea e mais resistente.  
 (D) um número suficiente de indivíduos, do maior número de espécies, que garanta a diversidade genética de cada uma delas.  
 (E) vários indivíduos de poucas espécies, de modo a garantir, para cada espécie, uma população geneticamente homogênea.

27

Nas conversas diárias, utiliza-se frequentemente a palavra "próprio" e ela se ajusta a várias situações. Leia os exemplos de diálogos:

- I - A Vera se sente diferente?  
- É mesmo, é que ela tem um estilo próprio.
- II - A Lana já viu essa filme uma dezena de vezes! Eu não consigo ver o que ela tem de tão maravilhoso assim.  
- É que ela é própria para adolescentes.
- III - Dora, o que eu faço? Ando tão preocupada com o Fabinho! Meu filho está impossível!  
- Relaxa, Tâniel! É próprio da idade. Com o tempo, ele se acomoda.

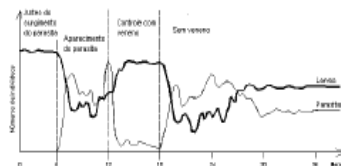
Nas ocorrências I, II e III, "próprio" é sinônimo de, respectivamente,

- (A) adequado, particular, típico.  
(B) peculiar, adequado, característico.  
(C) conveniente, adequado, particular.  
(D) adequado, exclusivo, conveniente.  
(E) peculiar, exclusivo, característico.

28

Um produtor de laranjas aplicava para eliminação de pragas ornamentais um veneno para combater parasitas, mas suspendeu o uso do produto quando os custos se revelaram antieconômicos.

O gráfico registra a evolução das populações de laranjas e parasitas.



O aspecto biológico ressaltado a partir da leitura do gráfico, que pode ser considerado o melhor argumento para que o produtor não retorne o uso do veneno é:

- (A) A densidade populacional das laranjas e dos parasitas não é afetada pelo uso do veneno.  
(B) A população de laranjas não consegue se estabilizar durante o uso do veneno.  
(C) As populações mudam o tipo de interação estabelecida ao longo do tempo.  
(D) As populações associadas mantêm um comportamento estável durante todo o período.  
(E) Os efeitos das interações negativas diminuem ao longo do tempo, estabilizando as populações.

29

Num determinado bairro há duas empresas de ônibus, ANDABEM e BOMPASSO, que fazem o trajeto levando e trazendo passageiros do subúrbio ao centro da cidade. Um ônibus de cada uma dessas empresas parte do terminal a cada 30 minutos, nos horários indicados no tabela.

Horário dos ônibus	
ANDABEM	BOMPASSO
...	...
2h30min	2h15min
2h35min	2h40min
7h05min	7h15min
7h35min	7h45min
...	...

Carlos mora próximo ao terminal de ônibus e trabalha na cidade. Como não tem hora certa para chegar ao trabalho e nem preferência por qualquer das empresas, toma sempre o primeiro ônibus que sai do terminal. Nessa situação, pode-se afirmar que a probabilidade de Carlos viajar num ônibus da empresa ANDABEM é

- (A) um quarto de probabilidade de ele viajar num ônibus da empresa BOMPASSO.  
(B) um terço da probabilidade de ele viajar num ônibus da empresa BOMPASSO.  
(C) metade da probabilidade de ele viajar num ônibus da empresa BOMPASSO.  
(D) duas vezes maior do que a probabilidade de ele viajar num ônibus da empresa BOMPASSO.  
(E) três vezes maior do que a probabilidade de ele viajar num ônibus da empresa BOMPASSO.

- 1 - Para o filósofo inglês Thomas Hobbes (1588-1679), o estado de natureza é um estado de guerra universal e perpétua. Contrastado ao estado de natureza, entendido como estado de guerra, o estado de paz é a sociedade civilizada.

Dezto outros tendências que dialogam com as ideias de Hobbes, destaca-se o definido pelo texto abaixo.

- II - *Nem todas as guerras são injustas e corruívolamente, nem toda paz é justa, sendo pela qual a guerra não sempre é um decreto, e a paz não sempre um valor.*

BRUNO, H. ALBERTO; F. PASSINI, C. *Introdução à Filosofia*. 7ª ed. Faculdade de Filosofia, UNICAMP, Imprensa Oficial do Estado, 2000.

30

Comparando as ideias de Hobbes (texto I) com o entendimento citado no texto II, pode-se afirmar que

- (A) em ambos, a guerra é entendida como inevitável e injusta.  
(B) para Hobbes, a paz é inerente à civilização e, segundo o texto II, ela não é um valor absoluto.  
(C) de acordo com Hobbes, a guerra é um valor absoluto e, segundo o texto II, a paz é sempre melhor que a guerra.  
(D) em ambos, a guerra ou a paz são boas quando o fim é justo.  
(E) para Hobbes, o paz é inerente à natureza e, de acordo com o texto II, a civilização.

31

Tropas da Aliança do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) invadiram o Iraque em 1991 e atacaram a Síria em 1995.

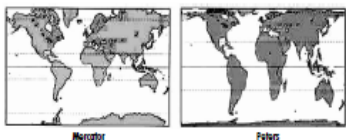
Para responder aos críticos dessas ações, o OTAN usou, provavelmente, argumentos baseados

- (A) na teoria da guerra perpétua de Hobbes.  
(B) tanto na teoria de Hobbes como na tendência expressa no texto II.  
(C) no fato de que as nações atacadas não possuem sociedades civilizadas.  
(D) no fato de que a guerra pode ser justa quando o fim é justo.  
(E) na necessidade de pôr fim à guerra entre os dois países citados.

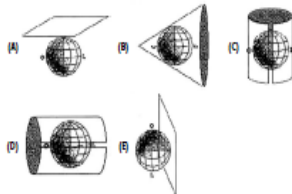
32

Existem diferentes formas de representação plana da superfície de Terra (planisfério).

Os planisférios de Mercator e de Peters são atualmente os mais utilizados.



Apesar de usarem projeções, respectivamente, conforme a equivalência, ambos utilizam como base de projeção o modelo:



33

Numa região, originalmente ocupada por Mata Atlântica, havia, no passado, cinco espécies de passaros de um mesmo gênero. Nos dias atuais, esse região se reduziu a uma reserva de floresta primária, onde ainda ocorrem as cinco espécies, e a fragmentos de floresta degradada, onde só se encontram duas das cinco espécies.

O desaparecimento das três espécies nas regiões degradadas pode ser explicado pelo fato de que, nessas regiões, ocorreu

- (A) aumento do volume e da frequência das chuvas.  
(B) diminuição do número e da diversidade de habitats.  
(C) diminuição da temperatura média anual.  
(D) aumento dos níveis de gás carbônico e de oxigênio na atmosfera.  
(E) aumento do grau de isolamento reprodutivo interspecífico.

34

O trecho a seguir é parte do poema "Mocidade e morte", do poeta romântico Castro Alves:

Où eu quero viver, beber perfumes  
 No flor silvestre, que embalsamo os aros;  
 Ver minúsculo adajar pelo infinito,  
 Qual branca vela n'ampulós dos mares.  
 No seio da mulher há tanta aroma...  
 Nos seus beijos há fogo há tanta vida...  
 — Acabe a morte, vou dormir e tarde  
 A sombra fraca do palmiteiro seguir.  
 Mas uma vez responde-me o sombrio:  
 Tanto o sono sob o véu da vida.

ALVES, Cam. *Os melhores poemas de Castro Alves*. Seleção de José Cav. São Paulo: Global, 1993.

Esse poema, como o próprio título sugere, aborda o inconformismo do poeta com o envelhecimento da morte prematura, ainda na juventude. A imagem da morte aparece no poema

- (A) embalsamando.
- (B) infatigável.
- (C) amparado.
- (D) dormindo.
- (E) sono.

35

Considere as seguintes acontecimentos ocorridos no Brasil:

- Goiás, 1987 - Um equipamento contendo rádio radioativo, utilizado em medicina nuclear, foi acidentado em um depósito de sucatas e aberto por pessoas que desconheciam o seu conteúdo. Resultado: morte e consequências ambientais sanitárias até hoje.
- Distrito Federal, 1999 - Cilindros contendo cloro, gás bactericida utilizado em tratamento de água, acidentados em um depósito de sucatas, foram abertos por pessoas que desconheciam o seu conteúdo. Resultado: morte, intoxicações e consequências ambientais sanitárias por vários horas.

Para evitar que novos acontecimentos dessa natureza venham a ocorrer, foram feitas as seguintes propostas para a situação do Estado:

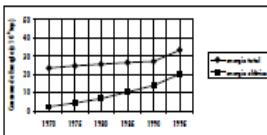
- I. Proibir o uso de materiais radioativos e gases tóxicos.
- II. Controlar rigorosamente a compra, uso e destino de materiais radioativos e de recipientes contendo gases tóxicos.
- III. Instalar unidades sobre a utilização e descarte destes materiais.
- IV. Realizar campanhas de conscientização à população sobre os riscos da radiação e da toxicidade de determinadas substâncias.

Dessas propostas, são adequadas apenas

- (A) I e II.
- (B) I e III.
- (C) II e III.
- (D) I, III e IV.
- (E) II, III e IV.

36

O consumo total de energia nas residências brasileiras envolve diversas fontes, como eletricidade, gás de cozinha, lenha, etc. O gráfico mostra a evolução do consumo de energia elétrica residencial, comparado com o consumo total de energia residencial, de 1970 a 1995.



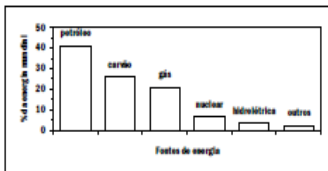
Nota: 1 kWh equivale a 3,6 MJ.  
 Fonte: www.cetec.sp.gov.br/energia/estat/energia\_elec/estat\_elec\_1995/

Verifica-se que a participação percentual de energia elétrica no total de energia gasto nas residências brasileiras cresce entre 1970 e 1995, passando, aproximadamente, de

- (A) 10% para 40%.
- (B) 10% para 60%.
- (C) 20% para 60%.
- (D) 25% para 35%.
- (E) 40% para 80%.

37

Segundo um especialista em petróleo (Estado de S. Paulo, 5 de março de 2000), o consumo total de energia mundial foi estimado em 8,3 bilhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep) para 2001. A porcentagem das diversas fontes de energia consumida no globo é representada no gráfico.



Segundo as informações apresentadas, para substituir a energia nuclear utilizada é necessário, por exemplo, aumentar a energia proveniente do gás natural em cerca de

- (A) 10%.
- (B) 18%.
- (C) 25%.
- (D) 33%.
- (E) 50%.

38



Falta de S. Paulo, 05 de outubro de 1992.

O problema enfrentado pelo migrante e o sentido da expressão "sustentar", expressos nos quadrinhos, podem ser, respectivamente, relacionados a

- (A) rejeição / alimentos básicos.
- (B) discriminação / força de trabalho.
- (C) falta de compressão / materiais-primas.
- (D) preconceito / vestuário.
- (E) legitimidade / sobrevivência.

39

Os dados da tabela mostram uma tendência de diminuição, no Brasil, do número de filhos por mulher.

Época	Número de filhos por mulher
Século XIX	7
1960	6,2
1980	4,01
1991	2,9
1996	2,32

Fonte: IBGE, censo de população de 1991.

Dentre as alternativas, a que melhor explica essa tendência é:

- (A) Eficácia da política demográfica oficial por meio de campanhas publicitárias.
- (B) Introdução de legislações específicas que desestimulam casamentos precoces.
- (C) Mudança na legislação que normatiza as relações de trabalho, suspendendo incentivos para trabalhadores com mais de dois filhos.
- (D) Aumento significativo da urbanização decorrente de fatores ambientais.
- (E) Maior esgotamento da população e maior participação feminina no mercado de trabalho.

40

Nas últimas eleições presidenciais de um determinado país, onde 9% dos eleitores votaram em branco e 11% anularam o voto, o vencedor obteve 51% dos votos válidos. Não são considerados válidos os votos em branco e nulos.

Pode-se afirmar que o vencedor, do fato, obteve de todos os eleitores um percentual de votos de ordem de

- (A) 38%.
- (B) 41%.
- (C) 44%.
- (D) 47%.
- (E) 50%.

41

A partir do primeiro semestre de 2000, a ocorrência de casos humanos de febre amarela silvestre ultrapassou as áreas endêmicas, com registro de casos em São Paulo e no Bahia, onde os últimos casos tinham ocorrido em 1953 e 1948. Para controlar a febre amarela silvestre e prevenir o risco de uma reurbanização da doença, foram propostas as seguintes ações:

- Estimar os animais que servem de reservatório do vírus causador da doença.
- Combater a proliferação do mosquito transmissor.
- Intensificar a vacinação nos áreas onde a febre amarela é endêmica e em suas regiões limítrofes.

É efetivo e possível de ser implementado uma estratégia envolvendo

- a ação II, apenas.
- as ações I e II, apenas.
- as ações I e III, apenas.
- as ações II e III, apenas.
- as ações I, II e III.

42

No trecho abaixo, o narrador, ao descrever o personagem, critica sutilmente um outro estilo de época: o romantismo.

"Naquela tempo contava apenas uns quinze ou dezasseis anos; era talvez a mais atrevida criatura de nossa raça, e, com certeza, a mais volúptuosa. Não digo que jejilhe coisinha a primária de beleza, entre as moças da época, porque isto não é romance, em que o autor sobredobra a realidade e fecha os olhos das sardas e espinhas; mas também não digo que lhe merecesse o nome de mulher bonita, porque, não. Era bonita, fraca, sala dos dedos da natureza, cheia daquela feição, preta e alva, que o indivíduo passa a outro indivíduo, para os fins sacrosantos da criação."

1825, trecho de *Memórias Póstumas de Sefarém*. Rio de Janeiro: Jucata, 1957.

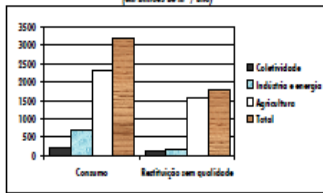
A frase do texto em que se percebe a crítica do narrador ao romantismo está transcrita no enunciado:

- ... o autor sobredobra a realidade e fecha os olhos das sardas e espinhas ...
- ... era talvez a mais atrevida criatura de nossa raça ...
- Era bonita, fraca, sala dos dedos da natureza, cheia daquela feição, preta e alva, ...
- Naquela tempo contava apenas uns quinze ou dezasseis anos ...
- ... o indivíduo passa a outro indivíduo, para os fins sacrosantos da criação.

43

Boa parte da água utilizada nas mais diversas atividades humanas não retorna ao ambiente com qualidade para ser novamente consumida. O gráfico mostra alguns dados sobre esse fato, em termos dos setores da economia.

Consumo e reutilização de água no mundo  
(em bilhões de m<sup>3</sup>/ano)



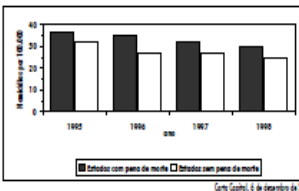
Fonte: Ministério do Meio Ambiente. *Relatório de Qualidade Ambiental do Brasil 2000*. Brasília: MMA, 2001. (adaptado)

Com base nesses dados, é possível afirmar que

- mais da metade da água usada não é devolvida ao ciclo hidrológico.
- as atividades industriais são as maiores poluidoras de água.
- mais da metade da água reutilizada sem qualidade para o consumo contém algum teor de agrotóxicos no solo.
- certa da soma do total de água reutilizada sem qualidade é proveniente das atividades energéticas.
- o consumo doméstico, dentro as atividades humanas, é o que mais consome e reapta água com qualidade.

44

O gráfico compara o número de homicídios por grupo de 100.000 habitantes entre 1995 e 1998 nos EUA, em estados com e sem pena de morte.



Fonte: Capital, 6 de dezembro de 2000.

Com base no gráfico, pode-se afirmar que

- a taxa de homicídios cresceu apenas nos estados sem pena de morte.
- nos estados com pena de morte a taxa de homicídios é menor que nos estados sem pena de morte.
- no período considerado, os estados com pena de morte apresentaram taxas maiores de homicídios.
- entre 1996 e 1997, a taxa de homicídios permaneceu estável nos estados com pena de morte.
- a taxa de homicídios nos estados com pena de morte caiu pelo metade no período considerado.

45

O texto abaixo reproduz parte de um diálogo entre dois personagens de um romance.

— Quer dizer que a Idade Média durou dez anos? — Perguntou Sofia.

— Se cada hora valer um ano, então sua contá está certa. Podemos imaginar que Jesus nasceu à meia-noite, que Paulo saiu um parágrafo missionário pouco antes de meio-dia e meio e morreu quinze minutos depois, em Roma. Aos três de manhã a IV cristã foi feita ou menos proibida. (...) Aliás as dez horas as escolas dos mestres deram um monopólio de educação. Entre dez e onze horas são feitas as primeiras universidades.

Adaptado de GALVÃO, Jaciara. *O Menor do Mal: Romanos e Católicos*. Rio de Janeiro: Jucata, 1997.

O ano de 476 d.C., época do queda do Império Romano do Ocidente, tem sido usado como marco para o início da Idade Média. De acordo com o escala de tempo apresentada no texto, que considere como ponto de partida o início da Era Cristã, pode-se afirmar que

- as Grandes Navegações tiveram início por volta das dez horas.
- a Idade Moderna teve início um pouco antes das dez horas.
- o Cristianismo começou a ser propagado na Europa no início da Idade Média.
- as peregrinações do apóstolo Paulo ocorreram após os primeiros 150 anos da Era Cristã.
- os mestres passaram o monopólio da educação no final da Idade Média.

46

De acordo com reportagens sobre resultados recentes de estudos populacionais, "... a população mundial deverá ser de 9,3 bilhões de pessoas em 2050. Do sexo, será 50% maior que os 6,7 bilhões de meados do ano 2000. (...) Esses são as principais conclusões do relatório *Projeções de População Mundial - Versão 2000*, preparado pela Organização das Nações Unidas (ONU). (...) Apenas seis países responderão por quase metade desse aumento: Índia (23%), China (22%), Paquistão (5%), Nigéria (4%), Bangladesh (4%) e Indonésia (3%).

Esses elevados índices de expansão contrastam com os dez países mais desenvolvidos. Em 2000, por exemplo, a população da União Europeia teve um aumento de 343 mil pessoas, enquanto a Índia alcança esse mesmo crescimento na primeira semana de 2001. (...)

Os Estados Unidos são uma exceção no grupo dos países desenvolvidos. O país se mantém o ritmo desenvolvido entre os 20 mais populosos do mundo."

© O Globo de S. Paulo, 02 de março de 2001.

Considerando as causas determinantes do crescimento populacional, pode-se afirmar que

- na Europa, altas taxas de crescimento vegetativo explicam o seu crescimento populacional em 2000.
- nos países citados, baixas taxas de mortalidade infantil e aumento da expectativa de vida são as responsáveis pela tendência do crescimento populacional.
- nos Estados Unidos, a atração migratória representa um importante fator que poderá colocá-lo entre os países mais populosos do mundo.
- nos países citados, altos índices de desenvolvimento humano explicam suas altas taxas de natalidade.
- nos países asiáticos e africanos, as condições de vida favorecem a reprodução humana.

47

"...O Brasil tem potencial para produzir pelo menos 15 mil megawatts por hora de energia a partir de fontes alternativas.

Somente nos Estados de riojão Se, o potencial de geração de energia por inundações das sobras agrícolas e florestais é de 5.000 megawatts por hora.

Para se ter uma ideia de que isso representa, a usina hidrelétrica do Itaipu, uma das maiores do país, no trecho entre o Rio Grande do Sul e Santa Catarina, gera 1.450 megawatts de energia por hora."

Esse texto, transcrito de um jornal de grande circulação, contém, pelo menos, um erro conceitual ao apresentar valores de produção e do potencial de geração de energia. Esse erro consiste em

- (A) apresentar valores muito altos para o grande energia.
- (B) usar unidade megawatt para expressar os valores de potência.
- (C) usar unidades elétricas para biomassas.
- (D) fazer uso de unidades incorretas megawatt por hora.
- (E) apresentar valores numéricos incompatíveis com as unidades.

48

A pesca não produziria prescrição que cada peixe retirado de seu habitat já tenha praticado, pelo menos uma vez. Para algumas espécies, isso ocorre depois dos peixes apresentarem a máxima variação anual de seu peso.

O controle de peso no Pantanal é feito com base no peso de cada espécie.

A tabela fornece o peso do peixe, em dezessete espécies, em cada ano.

Idade (anos)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Peso (kg)	1,1	1,7	2,6	3,9	5,1	6,1	7	7,8	8,5	8,9	9,1	9,3	9,4

Considerando esses dados, a pesca do peixe deve ser autorizada para espécies com peso de, no mínimo,

- (A) 4 kg.
- (B) 5 kg.
- (C) 7 kg.
- (D) 9 kg.
- (E) 11 kg.

A refrigeração e o congelamento de alimentos são responsáveis por uma parte significativa do consumo de energia elétrica numa residência típica.

49

Para diminuir as perdas térmicas de uma geladeira, podem ser tomadas algumas medidas operacionais:

- I. Distribuir os alimentos nas prateleiras deixando espaços vazios entre eles, para que ocorra a circulação do ar frio para baixo e do quente para cima.
- II. Montar as prateleiras do congelador com carne bem assada de galinha, para que o aumento de massa de gelo aumente a troca de calor no congelador.
- III. Limpar o radiador ("grade" na parte de trás) periodicamente, para que a gordura e a poeira que nele se depositam não reduzam a transferência de calor para o ambiente.

Para uma geladeira tradicional é correto indicar, apenas,

- (A) a operação I.
- (B) a operação II.
- (C) as operações I e II.
- (D) as operações I e III.
- (E) as operações II e III.

50

A padronização insuflante e o aumento do controle na fabricação podem também resultar em perdas significativas de energia através das paredes da geladeira. Essas perdas, em função da espessura das paredes, para geladeiras em condições de uso típicas, são apresentadas na tabela.

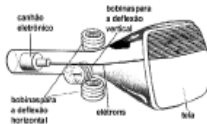
Espessura das paredes (cm)	Potência térmica mensal (kWh)
2	85
4	35
6	25
10	15

Considerando uma família típica, com consumo médio mensal de 200 kWh, a perda térmica pelas paredes de uma geladeira com 4 cm de espessura, relativamente a outra de 10 cm, corresponde a uma porcentagem do consumo total de eletricidade do ordem de

- (A) 30%.
- (B) 20%.
- (C) 10%.
- (D) 5%.
- (E) 1%.

51

A figura mostra o tubo de imagens dos aparelhos de televisão usado para produzir as imagens sobre a tela. Os elétrons do feixe emitido pelo cátodo eletrônico são acelerados por uma tensão de milhares de volts e passam por um espaço entre bobinas onde são desviados por campos magnéticos variáveis, de forma a fazermos a varredura da tela.



Nos manuais que acompanham os televisores é comum encontrar, entre outras, as seguintes recomendações:

- I. Nunca abra o gabinete ou toque as peças no interior do televisor.
- II. Não coloque seu televisor próximo de aparelhos domésticos com motores elétricos ou lmds.

Essas recomendações estão associadas, respectivamente, aos aspectos de

- (A) riscos passivos por alta tensão / perturbação ou deformação de imagem por campos eletromagnéticos.
- (B) proteção dos circuitos contra manipulação indevida / perturbação ou deformação de imagem por campos eletromagnéticos.
- (C) riscos passivos por alta tensão / sobrecarga dos circuitos internos por ações externas.
- (D) proteção dos circuitos contra a manipulação indevida / sobrecarga de rede por fuga de corrente.
- (E) proteção dos circuitos contra manipulação indevida / sobrecarga dos circuitos internos por ação externa.

52

A tabela apresenta o taxa de desemprego dos jovens entre 15 e 24 anos estratificada com base em diferentes categorias.

Região	Homens	Mulheres
Norte	15,3	23,8
Nordeste	10,7	18,8
Centro-Oeste	13,2	20,6
Sul	11,6	19,4
Sudeste	14,9	25,7
Sexo de Instrução		
Mais de 1 ano	7,4	14,1
De 1 a 3 anos	8,9	16,4
De 4 a 7 anos	15,1	22,8
De 8 a 10 anos	17,8	27,8
De 11 a 14 anos	12,6	19,6
Mais de 15 anos	11,0	7,3

Fonte: IBGE, 1998.

Considerando apenas os dados acima e analisando as características dos candidatos a emprego, é possível concluir que ~~há~~ há maior chance de conseguir-lo,

- (A) mulheres, concluintes do ensino médio, moradores da cidade de São Paulo.
- (B) mulheres, concluintes do curso superior, moradores da cidade do Rio de Janeiro.
- (C) homens, com curso de pós-graduação, moradores de Manaus.
- (D) homens, com dois anos do ensino fundamental, moradores de Recife.
- (E) mulheres, com ensino médio incompleto, moradores de Belo Horizonte.

53

Em um colégio, 40% da arrecadação das mensalidades correspondem ao pagamento dos salários dos seus professores. A maioria dos alunos desse colégio é de estudantes carentes, que pagam mensalidades reduzidas. O diretor propôs um aumento de 5% nas mensalidades de todos os alunos para cobrir os gastos gerados por reajuste de 5% na folha de pagamento dos professores.

A associação de pais e mestres concordou com o aumento nas mensalidades mas não com o índice proposto.

Pode-se afirmar que

- (A) o diretor fez um cálculo incorreto e o reajuste proposto nas mensalidades não é suficiente para cobrir os gastos adicionais.
- (B) o diretor fez os cálculos corretamente e o reajuste nas mensalidades que ele propõe cobrir exatamente os gastos adicionais.
- (C) a associação está correta em não concordar com o índice proposto pelo diretor, pois a arrecadação adicional baseada nesse índice superaria em muito os gastos adicionais.
- (D) a associação, ao recusar o índice de reajuste proposto pelo diretor, não levou em conta o fato de alguns alunos pagarem mensalidades reduzidas.
- (E) o diretor deveria ter proposto um reajuste maior nas mensalidades, baseado no fato de que a maioria dos alunos paga mensalidades reduzidas.



54

Os textos referem-se à integração do índio chamado civilização brasileira.

1. - "Mas uma vez, nós, os povos indígenas, somos vítimas de um pensamento que separa o que tenta nos eliminar cultural, social e até fisicamente. A justificativa é de que somos apenas 250 mil pessoas e o Brasil não pode suportar esse ónus. (...) É preciso impedir essas ideias colonizadoras, porque elas são iniciais a hipotecar o futuro genocidas. (...) Nós, índios, queremos falar, mas encontramos barreiras na nossa língua, nos nossos costumes."

Neusa Teves, presidente do Conselho Indígena Brasileiro dos Índios Indígenas no 2001 e fundadora das Nações Indígenas. *Folha de S. Paulo*, 31 de agosto de 1994.

II - "O Brasil não tem índios no final do século XXI [...] E por que isso? Pelo razão muito simples: que consiste no fato de o índio brasileiro não ser distinto das demais comunidades primitivas que existiram no mundo. A história não é outra coisa sendo um processo civilizatório, que conduz o homem, por conta própria ou por difusão de cultura, a passar do paleolítico ao neolítico e ao estágio civilizatório."

Mário Jaguaribe, cientista político. *Folha de S. Paulo*, 2 de setembro de 1994.

Pode-se afirmar, segundo os textos, que

- (A) tanto Tarso quanto Jaguaribe propõem ideias inadequadas, pois o primeiro deseja a extirpação feita pelo "civilização branca", e o segundo, o confinamento de tribos.  
 (B) Tarso quer transformar o Brasil numa terra só de índios, pois pretende mudar esta mesma a língua do país, enquanto a ideia de Jaguaribe é anticonstitucional, pois leva o direito à identidade cultural dos índios.  
 (C) Tarso compreende que o melhor solução é que os brancos aprendam a língua tupi para entender melhor o que dizem os índios. Jaguaribe é do opinião que, até o final do século XXI, não haja uma limpeza étnica no Brasil.  
 (D) Tarso defende que a sociedade brasileira deve respeitar o cultura dos índios e Jaguaribe acredita na inevitabilidade do processo de aculturação dos índios e de sua incorporação à sociedade brasileira.  
 (E) Tarso propõe que a integração indígena deve ser lenta, gradativa e progressiva, e Jaguaribe propõe que essa integração resulte de decisão autônoma das comunidades indígenas.

55

O quadro apresenta as 10 cidades mais populosas do mundo em 1900 e os resultados de projeções da população para 2001 e 2015.

1900	Pop. <sup>1</sup>	2001	Pop. <sup>2</sup>	2015	Pop. <sup>3</sup>
Londres	6,5	Tóquio	29	Meio	39
Novo York	3,4	Cidade de México	18	Bombaim	26
Paris	2,7	São Paulo	17	Lagos, Nigéria	25
Berlim	1,9	Bombaim	17	São Paulo	20
Chicago	1,7	Novo York	16	Mumbai, Paquistão	19
Havaí	1,7	Bangocó	14	Osaka, Japão	19
Tóquio	1,5	Los Angeles	13	Cidade de México	19
Wuhan, China	1,5	Lagos, Nigéria	13	Bangocó	18
Fidatília	1,3	Calcutá	13	Novo York	18
São Petersburgo	1,3	Buenos Aires	12	Calcutá	17

em milhões de habitantes

Fonte: Ipea, 24 de janeiro de 2001.

As variações populacionais apresentadas no quadro permitem observar que

- (A) as maiores cidades do mundo atual devem crescer mais nos próximos 15 anos deste século do que cresceram em todo o século XX.  
 (B) atualmente as cidades mais populosas do mundo pertencem aos países subdesenvolvidos.  
 (C) Tóquio, que hoje é a maior cidade do mundo, no início do século XX ainda não era considerada uma grande cidade.  
 (D) no início do século XX, as cidades com mais de 1 milhão de habitantes estavam localizadas em países que hoje são desenvolvidos.  
 (E) o crescimento populacional das grandes cidades, nos primeiros décadas do século XXI, ocorrerá principalmente nos países hoje subdesenvolvidos.

56

Dados do Censo Brasileiro 2000 mostram que, na última década, o número de favelas tem crescido consideravelmente, com significativo aumento na sua distribuição pelas regiões do País.

Considerando a dinâmica migratória do período, pode-se afirmar que esse processo está relacionado

- (A) ao declínio acentuado da industrialização no Sudeste, que deslocou grandes parcelas da população urbana para outras regiões do país.  
 (B) o empilhão do número de zonas francas de comércio em grandes metrópoles, o que atrai a população rural para essas áreas.  
 (C) ao deslocamento das camadas migratórias rurais para os cinturões verdes criados em torno dos centros urbanos.  
 (D) a instalação, na Região Nordeste, de inúmeras empresas de alta tecnologia, atraindo do norte a população que migra para o Sudeste.  
 (E) a mudança no destino das camadas migratórias, que passaram a buscar as cidades do médio e grande portes, além de São Paulo e Rio de Janeiro.

57

O texto foi extraído do peço Tróilo e Crescido de William Shakespeare, escrita, provavelmente, em 1601.

"Os próprios céus, os planetas, e este centro recebiam marças, prioridades, classes, consistência, marcha, distância, adaptação, forma, fiação e regularidade, sempre iguais: ad porre e glorioso astro Sol!"

até um noiva sentença entronizado e centralizado no meio dos outros,

e a sua soberba beatitudinária corrigiu os seus aspectos dos planetas malfeitos;

e, qual rei que comanda, ordena

seus entranças aos bens e aos males."

SHAKESPEARE, W. *Tróilo e Crescido*. Porto Alegre: L&C, 1982.

A descrição feita pelo dramaturgo reescrita em inglês se aproxima de teoria

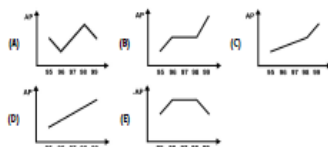
- (A) geocêntrica do grego Cláudio Ptolomeu.  
 (B) do reflexo da luz do árabe Alhazan.  
 (C) heliocêntrica do polonês Nicolau Copérnico.  
 (D) do rotatório torçor do italiano Galileu Galilei.  
 (E) do gravitação universal do inglês Isaac Newton.

58

O quadro apresenta a produção de algodão de uma cooperativa de agricultores entre 1995 e 1999.

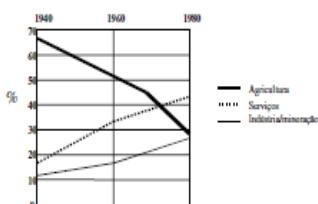
	Sétor				
	1995	1996	1997	1998	1999
Produção (em mil toneladas)	30	40	50	60	80
Produtividade (em kg/hectare)	1.500	2.500	3.500	3.500	4.000

O gráfico que melhor representa a área plantada (AP) no período considerado é:



59

O gráfico mostra o percentagem da força de trabalho brasileira em 40 anos, com relação aos setores agrícola, de serviços e industrial/mineral.

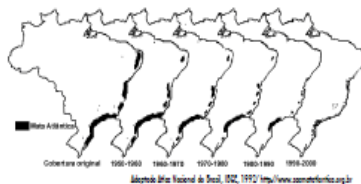


A leitura do gráfico permite constatar que:

- (A) Em 40 anos, o Brasil deixou de ser essencialmente agrícola para se tornar uma sociedade quase que exclusivamente industrial.  
 (B) A variação da força de trabalho agrícola foi mais acentuada no período de 1940 a 1960.  
 (C) Por volta de 1970, a força de trabalho agrícola tornou-se equivalente à industrial e de mineração.  
 (D) Em 1980, metade dos trabalhadores brasileiros constitui a força de trabalho do setor agrícola.  
 (E) De 1960 a 1980, foi equivalente o crescimento percentual de trabalhadores nos setores industrial/mineral e de serviços.

60

A Mata Atlântica, que originalmente se estendia por todo o litoral brasileiro, do Ceará ao Rio Grande do Sul, sofreu hoje o triste título de uma das florestas mais devastadas do mundo. Com mais de 1 milhão de quilômetros quadrados, hoje restam apenas 5% da vegetação original, como mostram as figuras.

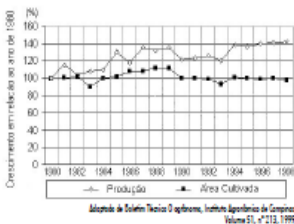


Considerando as características histórico-geográficas do Brasil e a partir da análise das figuras é correto afirmar que

- as transformações climáticas, especialmente na Região Nordeste, interferiram fortemente na diminuição dessa floresta úmida.
- nas três últimas décadas, o grau de desenvolvimento regional impediu que a devastação de Mata Atlântica fosse maior do que a registrada.
- as atividades agrícolas, aliadas ao extrativismo vegetal, têm se constituído, desde o período colonial, no principal cause da devastação da Mata Atlântica.
- a taxa de devastação dessa floresta tem seguido o sentido oposto ao do crescimento populacional de cada uma das Regiões afetadas.
- o crescimento industrial, no século de 50, foi o principal fator da redução da cobertura vegetal na faixa litorânea do Brasil, especialmente da região Nordeste.

61

A população rural do Brasil tem decrescido nas últimas décadas. De acordo com dados do IBGE, no século de 80, a população rural era de aproximadamente 37 milhões; no ano 2000 havia cerca de 31 milhões de brasileiros morando no campo. O gráfico apresenta o comportamento da agricultura no Brasil nas duas últimas décadas em relação à produção e à área cultivada.



Levando em consideração as médias ocorridas no campo nas últimas duas décadas e analisando o comportamento do gráfico, é correto afirmar que

- as áreas destinadas à lavoura têm aumentado consideravelmente, graças ao crescimento do mercado consumidor.
- a produção agrícola aumentou juntamente com a área cultivada, devido à abertura do mercado para exportação.
- a densidade demográfica nas áreas cultivadas tem crescido junto com a produção agrícola.
- a área destinada à agricultura não aumentou, mas a produtividade tem crescido, graças à aplicação de novas tecnologias.
- a produção agrícola do País cresceu no período considerado, enquanto a produtividade do homem do campo diminuiu.

62

Nil Getúlio e Chico Buarque de Holanda escreveram uma peça para teatro dramático Calabar, pondo em dúvida a reputação do traidor que foi conhecido o Calabar, porem-buscamos que ajudou decisivamente os holandeses no invade do Nordeste brasileiro, em 1632.

- Calabar traiu o Brasil que ainda não existia? Traiu Portugal, nação que explorava a colônia onde Calabar havia nascido? Calabar, morto em uma sociedade escravista e discriminatória, traiu a si mesmo?  
Os textos referem-se também a este personagem.

Fausto I: "...dos males que causou o Palácio, o História, o Infiante/História, (he chamou infel), desentor e traidor, por todos os séculos!"  
Versão de Tom Siqueira, in: 2012, 1967, L. de Aronson e M. G. de Aronson, Rio de Janeiro, 1988.

Fausto II: "Seria mais apropriado, em 1627 procurava as áreas de Balcão D'Alc com a gente de Casa de Torre, ajudou Matias de Albuquerque no defesa de Aracati, onde forte feriu, e desentor em consequência de vários crimes praticados..." (os crimes referidos são o de contrabando e roubo).

QUINA, F. História do Brasil. Rio de Janeiro, José Olympa, 1959.

Pode-se afirmar que:

- A peça e os textos abordam a temática do monarca português e chegam às mesmas conclusões.
- A peça e o texto I refletem uma postura tolerante com relação à suposta traição de Calabar, e o texto II mostra uma posição contrária à atitude de Calabar.
- Os textos I e II mostram uma postura contrária à atitude de Calabar, e a peça demonstra uma posição indiferente em relação ao seu suposto ato de traição.
- A peça e o texto II são marcadas com relação à suposta traição de Calabar, ao contrário do texto I, que condena a atitude de Calabar.
- A peça questiona a validade da reputação do traidor que o texto I atribui a Calabar, enquanto o texto II descreve ações positivas e negativas desse personagem.

63

SEU OLHAR  
(Silva G., 1964)

Na escuridão  
Eu quisera ter  
Tantos anos-luz  
Quantos fosse preciso  
Pra cruzar o tempo  
Do tempo do seu olhar

Gilberto Gil usa no letra de música a palavra composta anos-luz. O sentido prático, em geral, não é obrigatoriamente o mesmo que na ciência. Na Física, um ano luz é uma medida que relaciona a velocidade da luz e o tempo de um ano a que, portanto, se refere o

- tempo.
- aceleração.
- distância.
- velocidade.
- luminosidade.