

Primeira Edição

# MANUAL DE AVALIAÇÃO DE FÍSICA USANDO TRI

Geovane Pessoa



# *Sumário*

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Sumário</b>   | <b>2</b>  |
| <b>I A Avaliação da aprendizagem em Física</b>                       | <b>7</b>  |
| <b>1 Classificação dos objetivos cognitivos - Taxonomia de Bloom</b> | <b>8</b>  |
| <b>2 Objetos do conhecimento em Física</b>                           | <b>12</b> |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>3</b>  | <b>Abordagem contextualizada e interdisciplinar</b>     | <b>15</b> |
| <b>4</b>  | <b>Elaboração de questões: orientações técnicas</b>     | <b>19</b> |
| <b>II</b> | <b>Análise dos resultados da aprendizagem em Física</b> | <b>28</b> |
| <b>5</b>  | <b>Teoria de Resposta ao Item (TRI)</b>                 | <b>29</b> |
| <b>6</b>  | <b>Preparação dos dados</b>                             | <b>35</b> |
| <b>7</b>  | <b>Software para análise dos dados pela TRI</b>         | <b>42</b> |
| <b>8</b>  | <b>Formatação e gráficos dos resultados</b>             | <b>45</b> |
| <b>9</b>  | <b>Interpretação de resultados</b>                      | <b>49</b> |

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| <b>III APÊNDICE</b> | <b>53</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>  | <b>70</b> |

# *Apresentação*

*“Julgue seu sucesso pelas coisas que você teve que renunciar para conseguir.”*

*–Dalai Lama*

A avaliação é um dos pontos mais polêmicos da educação. Por anos tem se discutido a forma correta de avaliar, os critérios que devem ser levados em consideração, as ferramentas que devem ser usadas para medir o conhecimento, dentre outras coisas.

Usaremos a Teoria de Resposta ao Item (TRI) como instrumento de medida em avaliações, pois trata-se de uma ferramenta estatística que possibilita a aná-

lise do desempenho do estudante de acordo com suas habilidades, as quais são identificadas pelo padrão de respostas que muda para cada respondente (discutiremos mais sobre a teoria no capítulo 05) e, baseado na matriz de referência do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), discutiremos os pontos de deficiência dos estudantes avaliados. Pode-se também avaliar que habilidades mais se destacam ou quais devem ser aprimoradas para se obter um melhor desempenho em avaliações futuras.

Neste manual trataremos de um procedimento o qual permitirá ao professor ou à instituição de ensino medir e analisar os resultados obtidos na avaliação para que se possa intervir de maneira mais eficaz no sentido de reduzir as falhas detectadas no processo de ensino-aprendizagem.

# *Parte I*

## *A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM FÍSICA*

## *Capítulo 1*

# *Classificação dos objetivos cognitivos - Taxonomia de Bloom*

Para elaborar uma avaliação considerada adequada para uso da Teoria de Resposta ao Item (TRI) é necessário que seja formada por itens (é importante salientar que “item” é o termo normalmente designado para as questões) de nível fácil, médio e difícil para

uma determinada turma, na proporção 30%, 40% e 30%, respectivamente. Para garantir isso as questões devem ser pré-testadas e classificadas pela quantidade de acertos nos testes feitos previamente. Como a nossa intenção nesse manual é tornar o processo mais prático, pré-testar as questões antes de aplicá-las nas avaliações tornaria o processo lento e trabalhoso. Uma alternativa seria classificar as questões através da Taxonomia de Bloom.

“A Taxonomia de Bloom é um instrumentos cuja finalidade é auxiliar a identificação e a declaração dos objetivos ligados ao desenvolvimento cognitivo” [FERRAZ & BETHOLT], ou seja, engloba a aquisição do conhecimento, competência e atitudes, visando facilitar o planejamento do processo de avaliação.

“A Taxonomia de Bloom do Domínio Cognitivo é estruturada em níveis de complexidade crescente – do mais simples ao mais complexo – e isso significa que, para adquirir uma nova habilidade pertencente ao próximo nível, o aluno deve ter dominado e adquirido a habilidade do nível anterior.” [FERRAZ & BETHOLT]

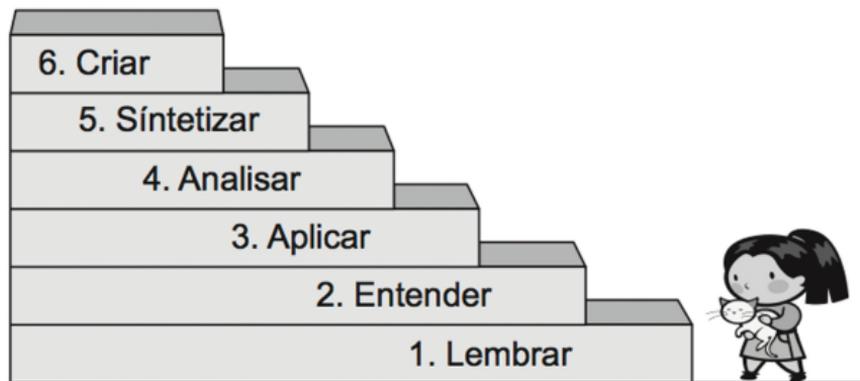


Figura 1.1: *Categorias do domínio cognitivo proposto por Bloom, Englehart, Furst, Hill e Krathwohl, que ficou conhecido como Taxonomia de Bloom.*

Como produziremos testes com itens de múltipla escolha (falaremos mais adiante sobre os tipos de itens) usaremos da categoria 1 à 4 da Figura 1.1, pois os itens 5 e 6 adequam-se melhor em itens dissertativos. Os itens que abordem exclusivamente a categoria 1 serão consideradas de nível fácil, os que abordem as categorias 2 e 3 de nível médio e as de categoria 4 de nível difícil. Vale reforçar que as categorias são cumulativas, ou seja, para entender, o aluno deve lembrar,

para aplicar o aluno deve entender e lembrar, e para analisar o aluno deve saber aplicar, deve entender e lembrar.

Exemplo:

Para um teste de 20 itens,

- 06 serão de nível fácil (*Lembrar*);
- 08 serão de nível médio (*Aplicar e Entender*) e
- 06 serão de nível difícil (*Analisar*).

## *Capítulo 2*

# *Objetos do conhecimento em Física*

Neste capítulo trataremos de como está organizada a Física no Ensino Médio, os assuntos e a divisão entre 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> séries.

“A Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permi-

tam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos.”[PCN 1998]

Para uma maior relação com as outras áreas de conhecimento, as competências da Física estão relacionadas à **investigação e compreensão** dos fenômenos físicos, à utilização da **linguagem física e de sua comunicação** e à **contextualização histórico social**.

O ensino de Física está organizado de acordo com seis temas estruturadores:

- Movimentos: variações e conservações
- Calor, ambiente e usos de energia
- Som, imagem e informação
- Equipamentos elétricos e telecomunicações
- Matéria e radiação

- Universo, Terra e vida

De acordo com o [PCN 1998], *cada disciplina ou área de saber abrange um conjunto de conhecimentos que não se restringem a tópicos disciplinares ou a competências gerais ou habilidades, mas constituem-se em sínteses de ambas as intenções formativas*, ou seja, o aluno não deve mais ser avaliado apenas por sua capacidade de memorização, mas também pela sua habilidade em solucionar problemas do cotidiano, em argumentar e formar opinião sobre os assuntos que o cerca.

## *Capítulo 3*

# *Abordagem contextualizada e interdisciplinar*

Uma das premissas do processo ensino-aprendizagem é a aplicabilidade do conhecimento na vida do estudante e essa tarefa deve ser articulada em conjunto com as outras disciplinas, visto que na prática os conhecimentos não são dissociados, por exemplo: uma

descoberta física se deu diante de um período da história que pode ter influenciado ideias e concepções; o desenvolvimento de uma ferramenta matemática pode ter auxiliado na compreensão da evolução de uma doença e conseqüentemente na elaboração de sua cura.

“Em termos gerais, a contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo.” [PCN 1998]

A contextualização contribui na percepção que na vida os assuntos são vinculados, facilitando assim o trabalho interdisciplinar mas não excluindo a possibilidade do trato individual dos assuntos.

O uso de temas estruturadores de ensino como **Terra, Universo e vida humana, Energia** ou **Tecnologia** possibilitam a abrangência de outras disciplinas relacionadas à física.

A contextualização e a interdisciplinaridade são fatores que também podem ser utilizados para tor-

nar os itens da avaliação fáceis ou difíceis de acordo com as categorias do domínio cognitivo proposto por Bloom.

|  |
|--|
| <b>Contextualização sócio-cultural</b>   |
| <b>Ciência e tecnologia na história</b><br>Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultado de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social. |
| <b>Ciência e tecnologia na cultura contemporânea</b><br>Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.                                  |

| <b>Contextualização sócio-cultural</b>  |
|---|
| <b>Ciência e tecnologia na atualidade</b><br>Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social. |
| <b>Ciência e tecnologia, ética e cidadania</b><br>Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.   |

Tabela 3.1: *Contextualização sócio-cultural*

## *Capítulo 4*

# *Elaboração de questões: orientações técnicas*

“Uma das etapas mais importantes para uma boa avaliação é a elaboração dos itens, pois como o próprio nome diz, avaliar é verificar e analisar o que e como o aluno aprendeu por meio de uma ferramenta, que no nosso caso será um teste com itens de múltipla escolha.” [GOVERNO do ESTADO de MG]

Para que um item seja considerado adequado se-

gundo a TRI ele deve ser pré-testado para que possa ser classificado como fácil, média ou difícil. A intenção é que com o uso da Taxonomia de Bloom possamos elaborar itens que evitem o pré-teste e possam usar a mesma classificação.

Um item de múltipla escolha é formado por:

- *Instrução.*
- *Suporte (textos, desenhos, figuras,...)*
- *Enunciado da situação problema e comando da resposta.*
- *Alternativas de respostas (Distratores e Resposta correta)*

Segue alguns exemplos de itens seguindo a recomendação acima:

01. (ENEM 2014) É comum aos fotógrafos tirar fotos coloridas em ambientes iluminados por lâmpadas fluorescentes, que contêm uma forte composição de luz verde. A consequência desse fato na fotografia é que todos os objetos claros, principalmente os brancos, aparecerão esverdeados. Para equilibrar as cores, deve-se usar um filtro adequado para diminuir a intensidade da luz verde que chega aos sensores da câmera fotográfica. Na escolha desse filtro, utiliza-se o conhecimento da composição das cores-luz primárias: vermelho, verde e azul; e das cores-luz secundárias: amarelo = vermelho + verde, ciano = verde + azul e magenta = vermelho + azul.

Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt>. Acesso em: 20 maio 2014 (adaptado).

Na situação descrita, qual deve ser o filtro utilizado para que a fotografia apresente as cores naturais dos objetos?

- a) Ciano.
- b) Verde.
- c) Amarelo.
- d) Magenta.

e) *Vermelho*.

**Resposta correta:** D

**Objeto do conhecimento \ Conteúdo:** Fenômenos ópticos: cores dos objetos

**Competência:** 1

**Habilidade:** 1

02. (ENEM 2014) As lentes fotocromáticas escurecem quando expostas à luz solar por causa de reações químicas reversíveis entre uma espécie incolor e outra colorida. Diversas reações podem ser utilizadas, e a escolha do melhor reagente para esse fim se baseia em três principais aspectos: (i) o quanto escurece a lente; (ii) o tempo de escurecimento quando exposta à luz solar; e (iii) o tempo de esmaecimento em ambiente sem forte luz solar. A transmitância indica a razão entre a quantidade de luz que atravessa o meio e a quantidade de luz que incide sobre ele.

| Amostra | Tempo de escurecimento (segundo) | Tempo de esmaecimento (segundo) | Transmitância média da lente quando exposta à luz solar (%) |
|---------|----------------------------------|---------------------------------|---|
| 1       | 20                               | 50                              | 80  |
| 2       | 40                               | 30                              | 90  |
| 3       | 20                               | 30                              | 50  |
| 4       | 50                               | 50                              | 50  |
| 5       | 40                               | 20                              | 95  |

*Durante um teste de controle para o desenvolvimento*

*de novas lentes fotocromáticas, foram analisadas cinco amostras que utilizam reagentes químicos diferentes. No quadro, são apresentados os resultados.*

*Considerando os três aspectos, qual é a melhor amostra de lente fotocromática para se utilizar em óculos?*

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

**Resposta correta:** C

**Objeto do conhecimento \ Conteúdo:** Interação da radiação com a matéria.

**Competência:** 5

**Habilidade:** 17

03. (ENEM 2014) Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. Na descrição do experimento, quando a esfera de metal é abandonada para descer um plano inclinado de um determinado nível, ela sempre atinge, no plano ascendente, no máximo, um nível igual àquele em que foi abandonada.

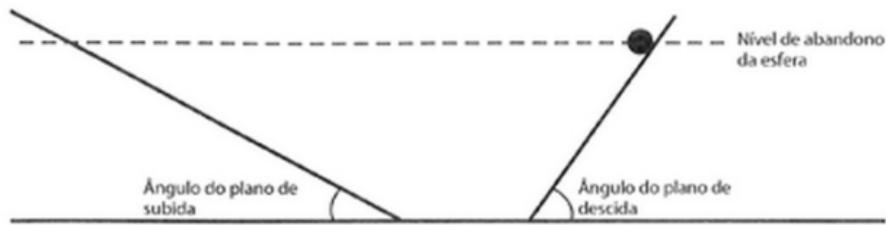


Figura 4.1: Galileu e o plano inclinado. Disponível em [www.fisica.ufpp.br](http://www.fisica.ufpp.br). Acesso em: 21 ago. 2012 (adaptado).

Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera

a) manterá sua velocidade constante, pois o impulso resultante sobre ela será nulo.

- b) manterá sua velocidade constante, pois o impulso da descida continuará a empurrá-la.*
- c) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois não haverá mais impulso para empurrá-la.*
- d) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois o impulso resultante será contrário ao seu movimento.*
- e) aumentará gradativamente a sua velocidade, pois não haverá nenhum impulso contrário ao seu movimento.*

**Resposta correta:** A

**Objeto do conhecimento \ Conteúdo:** Leis de Newton.

**Competência:** 6

**Habilidade:** 20

Os itens utilizam as tabelas, imagens ou textos para dar uma base de sustentação ao comando, possibilitando assim que o respondente possa analisar as opções adequadamente.

## *Parte II*

# *ANÁLISE DOS RESULTADOS DA APRENDIZAGEM EM FÍSICA*

## Capítulo 5

# *Teoria de Resposta ao Item (TRI)*

A Teoria de Resposta ao Item (TRI) tem como base a psicometria que visa medir o desempenho ou a opinião de um grupo de pessoas por meio de cálculos estatísticos.

Devido à complexidade das equações envolvidas vamos focar na compreensão e análise dos resultados por meio dos gráficos obtidos para cada item da

avaliação de cada respondente.

Uma grande vantagem da TRI quando comparada à Teoria Clássica de Medida (TCM) é a possibilidade de comparar resultados de avaliações diferentes aplicadas à populações distintas e acompanhar a evolução de um mesmo grupo quando submetidos à níveis diferentes de avaliações.

- Postulados básicos da TRI
  1. o desempenho do sujeito numa tarefa pode ser predito a partir de um conjunto de variáveis hipotéticas, também chamadas de habilidade ( $\theta$ ).
  2. a relação entre desempenho e os traços latentes pode ser descrita por uma equação matemática, chamada de *Curva Característica do Item* – CCI.

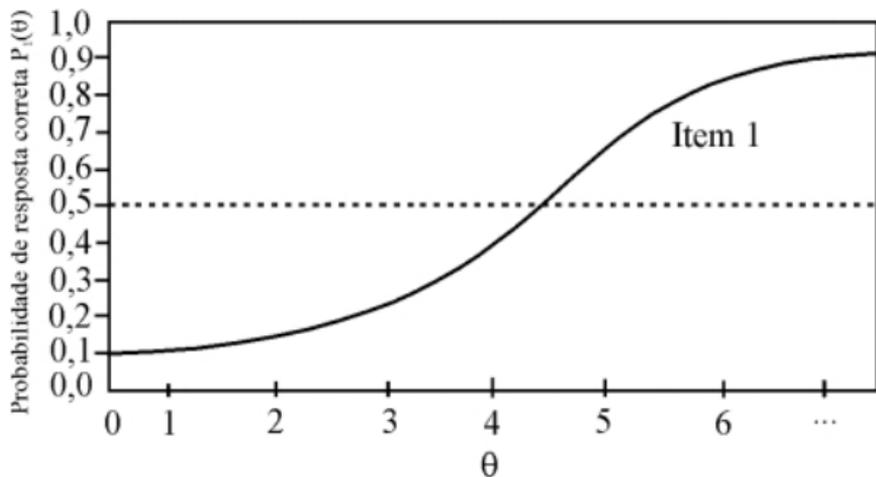


Figura 5.1: CCI para item 1

- Fatores determinantes para modelos matemáticos que tentam representar a probabilidade de um indivíduo fornecer uma resposta correta em função dos parâmetros do item e da(s) habilidade(s) do respondente.
  1. da natureza do item - dicotômicos ou não dicotômicos;

2. do número de populações envolvidas - apenas uma ou mais de uma;
  3. e da quantidade de traços latentes que está sendo medida - apenas um ou mais de um.
- Modelos para itens dicotômicos.
    - Podem ser utilizados tanto para a análise de itens de múltipla escolha dicotomizados quanto para a análise de itens abertos quando avaliados de forma dicotomizada.
    - São os mais utilizados e há basicamente três tipos que se diferenciam pelo número de parâmetros que utilizam para descrever o item, os modelos logísticos de 1, 2 e 3 parâmetros (ML<sub>1</sub>, ML<sub>2</sub> e ML<sub>3</sub>), que consideram respectivamente:
      1. somente a dificuldade do item ( $b$ );
      2. a dificuldade ( $b$ ) e a discriminação ( $a$ );

3. a dificuldade ( $b$ ), a discriminação ( $a$ ) e a probabilidade de resposta correta dada por indivíduos de baixa habilidade ( $c$ ).

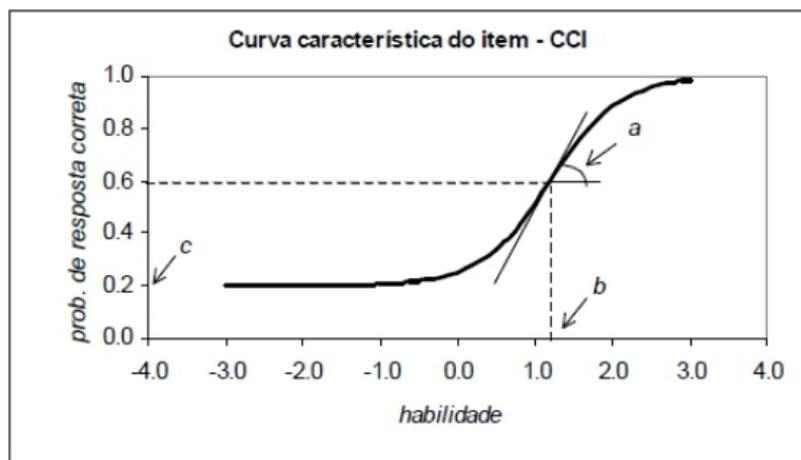


Figura 5.2: Exemplo de uma CCI

O modelo logístico de 3 parâmetros (ML3) é usado para quando queremos considerar a dificuldade do item ( $b$ ) medido na mesma escala da habilidade, o parâmetro da discriminação do item ( $a$ ) com valor proporcional à inclinação da Curva Característica

do Item - CCI num  $b$  específico e o parâmetro que representa a probabilidade de indivíduos com baixa habilidade responderem corretamente o item ( $c$ ), o chamado acerto ao acaso.

Itens mais difíceis possuem um  $b$  maior e as com maior poder de discriminação entre os alunos possuem um maior valor de  $a$ , ou seja, para valores menores de  $a$  alunos com pouca habilidade possuem probabilidade de acerto próxima aos alunos com alto valor de habilidade, do contrário o item dividiria os alunos em dois grupos os que possuem habilidade para acertar o item ( $\theta > b$ ) e os que não possuem habilidade para acertar o item ( $\theta < b$ ).

O objetivo é transformar o valor obtido pela TRI para a habilidade ( $\theta$ ) compreendido entre os valores  $-3$  e  $3$  de cada aluno em uma nota padronizada. Por exemplo, no ENEM a nota padronizada varia de  $0$  a  $1000$ .

## *Capítulo 6*

# *Preparação dos dados*

O modelo que usaremos para análise é o de item dicotomizados, ou seja, a resposta do aluno será considerada certa ou errada, para isso precisamos montar uma tabela em algum software de gerenciamento de planilhas.

Um modelo da planilha está disponível no link: <http://goo.gl/nnct6j>.

O professor deve seguir os seguintes passos:

## 1º- Preenchimento da planilha com dados da avaliação.

Preencher a primeira planilha com o gabarito oficial na linha “KEY” e as respostas dos alunos nas linhas seguintes.

Limitamos a planilha para uma avaliação de até 100 itens e uma amostra de até 500 alunos.

| Item | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| KEY  | A  | B  | C  | D  | E  | A  | B  | C  | D  | E  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 001  | A  | A  | A  | A  | A  | A  | A  | A  | A  | A  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 002  | A  | B  | A  | B  | A  | B  | A  | B  | A  | B  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 003  | B  | B  | B  | B  | B  | B  | B  | B  | B  | B  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 004  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 005  | B  | C  | B  | C  | B  | C  | B  | C  | B  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 006  | A  | B  | D  | C  | B  | D  | A  | D  | C  | B  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 007  | A  | D  | C  | B  | D  | C  | A  | C  | C  | A  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 008  | D  | B  | C  | D  | C  | A  | D  | C  | B  | A  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 009  | A  | D  | C  | B  | D  | D  | C  | C  | B  | B  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 010  | A  | C  | A  | C  | A  | C  | D  | D  | C  | D  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 011  | C  | D  | B  | C  | D  | D  | C  | B  | D  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 012  | A  | A  | E  | C  | C  | C  | D  | B  | C  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 013  | A  | D  | C  | B  | D  | C  | A  | C  | D  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 014  | A  | D  | C  | B  | D  | D  | C  | C  | B  | B  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 015  | D  | D  | D  | D  | D  | C  | C  | C  | A  | A  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 016  | D  | D  | C  | C  | C  | C  | C  | B  | B  | B  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 017  | A  | B  | A  | D  | D  | D  | C  | C  | C  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 018  | D  | E  | E  | E  | D  | D  | D  | C  | E  | E  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 019  | A  | D  | C  | E  | E  | C  | B  | B  | C  | E  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 020  | D  | D  | A  | A  | C  | D  | E  | E  | C  | E  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 021  | A  | D  | E  | C  | C  | E  | E  | A  | A  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 022  | A  | D  | E  | C  | C  | D  | E  | C  | A  | A  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Figura 6.1: Planilha para inserir dados da avaliação.

## 2º- Copiar dados.

Selecionar e copiar (ctrl+c) os dados.

INSTRUÇÕES

Nota planilha a professor deve inserir o gabarito oficial na aba "TRI" e as respostas dos alunos nas folhas seguintes. Limite de 500 alunos e 100 itens.

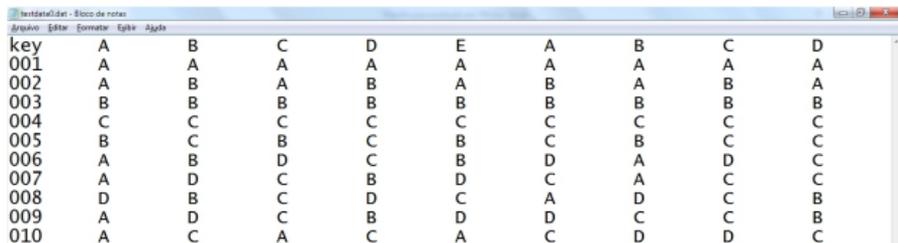
| Item | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 001  | A  | A  | A  | A  | A  | A  | A  | A  | A  | A  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 002  | A  | D  | A  | D  | A  | D  | A  | D  | A  | D  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 003  | D  | D  | D  | D  | D  | D  | D  | D  | D  | D  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 004  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 005  | D  | C  | D  | C  | D  | C  | D  | C  | D  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 006  | A  | B  | D  | C  | B  | D  | A  | D  | C  | D  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 007  | A  | D  | C  | B  | D  | C  | A  | C  | C  | A  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 008  | D  | B  | C  | D  | C  | A  | D  | C  | B  | A  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 009  | A  | D  | C  | B  | D  | D  | E  | C  | B  | B  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 010  | A  | C  | A  | C  | A  | C  | D  | D  | C  | D  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 011  | C  | D  | B  | C  | D  | D  | C  | B  | D  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 012  | A  | A  | C  | C  | C  | C  | D  | D  | C  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 013  | A  | D  | C  | B  | D  | C  | A  | C  | D  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 014  | A  | D  | C  | B  | D  | D  | C  | C  | B  | B  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 015  | D  | D  | D  | D  | D  | C  | C  | C  | A  | A  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 016  | D  | D  | C  | C  | C  | C  | C  | B  | B  | B  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 017  | A  | B  | A  | D  | D  | D  | C  | C  | C  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 018  | D  | E  | E  | E  | D  | D  | D  | C  | E  | E  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 019  | A  | D  | C  | E  | E  | C  | B  | B  | C  | E  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 020  | D  | D  | A  | A  | C  | C  | D  | E  | E  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 021  | A  | D  | E  | C  | C  | E  | E  | A  | A  | C  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 022  | A  | D  | E  | C  | C  | D  | E  | C  | A  | A  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Figura 6.2: Planilha para inserir dados da avaliação.

## 3º- Preparar arquivo de importação.

Os dados selecionados devem ser colados (ctrl+v) num editor de texto, recomendamos utilizar o “Bloco de Notas” no “Sistema Operacional Windows”.

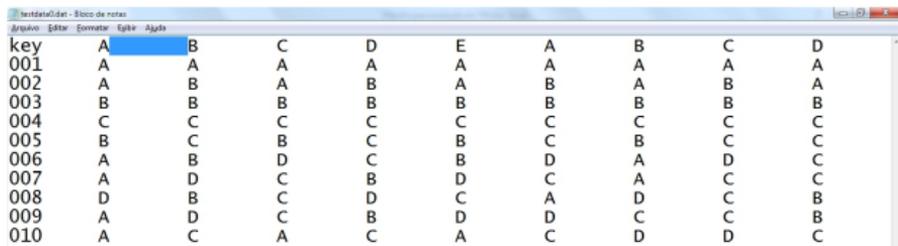
## Os dados quando colados estarão espaçados:



| key | A | B | C | D | E | A | B | C | D |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 001 | A | A | A | A | A | A | A | A | A |
| 002 | A | B | A | B | A | B | A | B | A |
| 003 | B | B | B | B | B | B | B | B | B |
| 004 | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| 005 | B | C | B | C | B | C | B | C | C |
| 006 | A | B | D | C | B | D | A | D | C |
| 007 | A | D | C | B | D | C | A | C | C |
| 008 | D | B | C | D | C | A | D | C | B |
| 009 | A | D | C | B | D | D | C | C | B |
| 010 | A | C | A | C | A | C | D | D | C |

Figura 6.3: Arquivo com informações padronizadas para TRI.

Para retirar todos os espaços selecione e copie (ctrl+c) um dos espaços:



| key | A | B | C | D | E | A | B | C | D |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 001 | A | A | A | A | A | A | A | A | A |
| 002 | A | B | A | B | A | B | A | B | A |
| 003 | B | B | B | B | B | B | B | B | B |
| 004 | C | C | C | C | C | C | C | C | C |
| 005 | B | C | B | C | B | C | B | C | C |
| 006 | A | B | D | C | B | D | A | D | C |
| 007 | A | D | C | B | D | C | A | C | C |
| 008 | D | B | C | D | C | A | D | C | B |
| 009 | A | D | C | B | D | D | C | C | B |
| 010 | A | C | A | C | A | C | D | D | C |

Figura 6.4: Arquivo com informações padronizadas para TRI.

Abra o menu “Editar” e selecione a opção “Substituir...”:

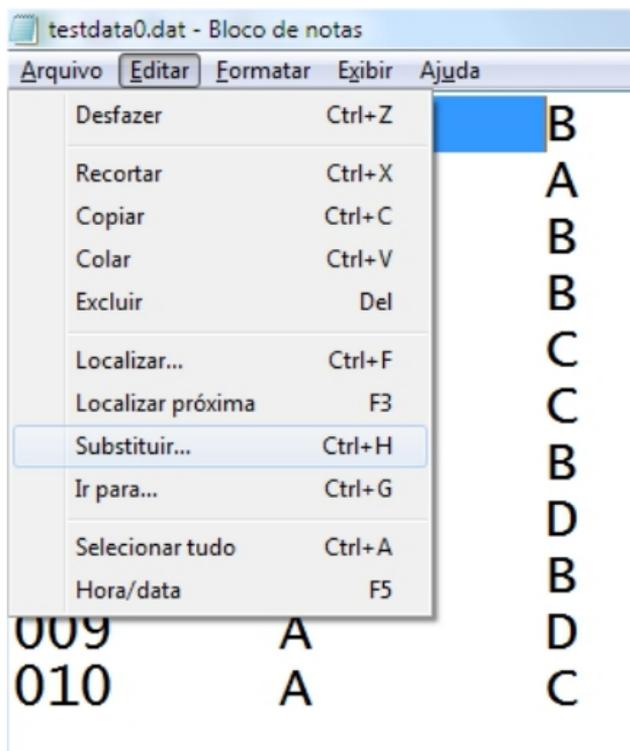


Figura 6.5: Arquivo com informações padronizadas para TRI.

Cole (ctrl+v) o espaço copiado no campo “Localizar” e clique em “Substituir Tudo”:

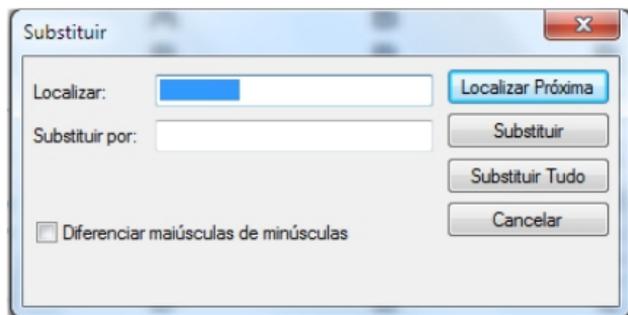


Figura 6.6: Arquivo com informações padronizadas para TRI.

O arquivo já está pronto para importar no software da TRI:



Figura 6.7: Arquivo com informações padronizadas para TRI.

No menu “Arquivo” clique em “Salvar como...” e escolha um local e um nome para o arquivo com a extensão “.dat”.

## *Capítulo 7*

# *Software para análise dos dados pela TRI*

Existem vários softwares para análise de dados seguindo algum ou vários modelos de TRI, devido a praticidade e a sua disponibilidade de forma gratuita, usaremos o software “PARAM” para processar as informações da avaliação em TRI.

PARAM é de domínio público, ferramenta “freeware” de calibração de itens e indivíduos usando os modelos logísticos da teoria de resposta ao item de 1 e 3 parâmetros [PARAM 2012].

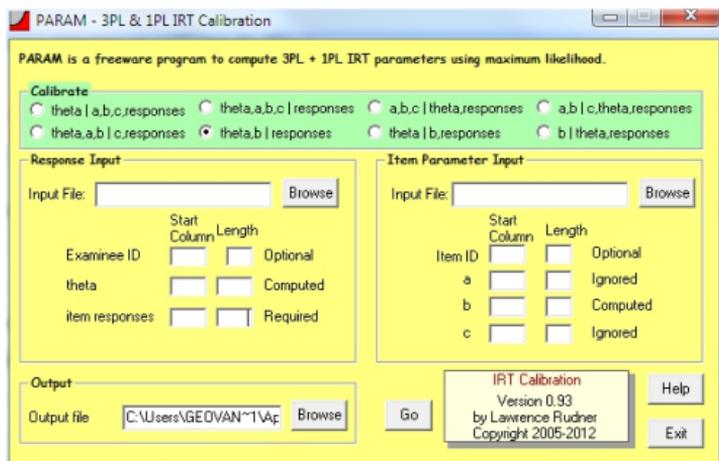


Figura 7.1: Software PARAM para processamento em TRI. Disponível para download no link: <http://echo.edres.org:8080/irt/param/>

1º- No quadro “Calibrate” devemos optar pelo item “theta,a,b,c | responses”.

2º- O arquivo “.dat” preparado anteriormente deve ser importado clicando no botão “Browse” do quadro

## “Response Input”.

3º- Preencha os campos de “Examenee ID” com “1” e “3”.

4º- Preencha os campos de “item responses” com “4” e “10”.

Os demais campos devem ficar em branco. Caso sejam preenchidos automaticamente devem ser apagados.

5º- No quadro “Output” escolha onde o arquivo que será gerado deve ser salvo clicando em “Browse”.

6º- Gere o arquivo clicando em “Go”.

Será gerado um arquivo de extensão “.csv” com a análise feita em TRI. A utilização das informações do arquivo gerado será explicada no capítulo seguinte.

## *Capítulo 8*

# *Formatação e gráficos dos resultados*

O arquivo de extensão “.dat” contém as informações que serão usadas para avaliar os alunos e os itens, para isso usaremos o arquivo que contém a planilha onde foram inseridas as respostas dos alunos.

1º- No arquivo gerado pelo PARAM, selecione e copie (ctrl+c) as informações dos alunos:

| SeqID, | ExamID,Nvalid, | theta, | seetheta        |
|--------|----------------|--------|-----------------|
| 1,     | 001,           | 10,    | -0.9229, 1.2983 |
| 2,     | 002,           | 10,    | -0.9230, 1.2981 |
| 3,     | 003,           | 10,    | -2.9298, 1.8287 |
| 4,     | 004,           | 10,    | -2.9298, 1.8287 |
| 5,     | 005,           | 10,    | -2.9298, 1.8287 |
| 6,     | 006,           | 10,    | -0.9230, 1.2981 |
| 7,     | 007,           | 10,    | 0.5290, 0.8518  |
| 8,     | 008,           | 10,    | -2.9298, 1.8287 |
| 9,     | 009,           | 10,    | 0.5290, 0.8518  |
| 10,    | 010,           | 10,    | -0.9231, 1.2980 |
| 11,    | 011,           | 10,    | -2.9298, 1.8287 |
| 12,    | 012,           | 10,    | 0.5270, 0.8514  |
| 13,    | 013,           | 10,    | 0.9525, 0.6599  |
| 14,    | 014,           | 10,    | 0.5290, 0.8518  |
| 15,    | 015,           | 10,    | -2.9298, 1.8287 |
| 16,    | 016,           | 10,    | -2.9298, 1.8287 |
| 17,    | 017,           | 10,    | -0.9229, 1.2983 |
| 18,    | 018,           | 10,    | -2.9298, 1.8287 |
| 19,    | 019,           | 10,    | 2.0509, 0.3569  |
| 20,    | 020,           | 10,    | -2.9298, 1.8287 |
| 21,    | 021,           | 10,    | -0.9231, 1.2980 |
| 22,    | 022,           | 10,    | -0.9231, 1.2980 |
| 23,    | 023,           | 10,    | 1.3437, 0.4414  |
| 24,    | 024,           | 10,    | -2.9298, 1.8287 |
| 25,    | 025,           | 10,    | -2.9298, 1.8287 |
| 26,    | 026,           | 10,    | 3.0246, 0.4004  |

Figura 8.1: Informações geradas pelo PARAM dos alunos.

## 2º- Na planilha *Nota TRI*, clique no botão *TRI*:



Figura 8.2: Planilha para análise do desempenho dos alunos pela TRI.

## 3º- Novamente no arquivo gerado pelo PARAM, selecione e copie (ctrl+c) as informações dos itens:

```
SeqItem,AccNo, Nobs, a_calib, b_calib,c_calib, seea, seeb, seec
1, , 26, 2.000, -1.862, 0.000, 0.742, 0.397, 0.049
2, , 26, 2.000, 2.611, 0.201, 3.198, 0.737, 0.081
3, , 26, 2.000, -0.076, 0.227, 1.320, 0.473, 0.102
4, , 26, 2.000, 2.601, 0.161, 2.998, 0.706, 0.074
5, , 26, 2.000, 1.789, 0.000, 0.901, 0.421, 0.007
6, , 26, 2.000, 2.581, 0.081, 2.599, 0.640, 0.055
7, , 26, 2.000, 1.814, 0.127, 2.357, 0.554, 0.070
8, , 26, 2.000, 2.689, 0.483, 5.116, 0.972, 0.100
9, , 26, 1.093, 2.292, 0.058, 0.918, 0.735, 0.051
10, , 26, 2.000, 1.322, 0.090, 1.723, 0.421, 0.063
```

Figura 8.3: Informações geradas pelo PARAM dos itens.

4º- Por fim, na planilha *Relatório*, clique no botão TRI:

**INSTRUÇÕES**  
 Nesta planilha o professor deve colar as informações de "Seqitem"; "Acchlo"; "Nobs";  
 "a\_calib"; "b\_calib"; "c\_calib"; "seeb" e "seec" obtidas do arquivo gerado pelo  
 PARAM.  
 a - discriminante  
 b - dificuldade  
 c - acerto ao acaso  
 Clique no botão "TRI".

| Seqitem | Accho | Nobs | a_calib | b_calib | c_calib | seeb  | seec  | secc  | seee | Classificação do Item |
|---------|-------|------|---------|---------|---------|-------|-------|-------|------|-----------------------|
| 1       |       | 141  | 2       | 5       | 0,111   | 99    | 99    | 0,637 |      | Muito Difícil         |
| 2       |       | 154  | 2       | 1,099   | 0,04    | 0,479 | 0,692 | 0,621 |      | Difícil               |
| 3       |       | 156  | 2       | 1,03    | 0,037   | 0,493 | 0,692 | 0,623 |      | Difícil               |
| 4       |       | 159  | 2       | 0,668   | 0,139   | 0,359 | 0,694 | 0,64  |      | Muito                 |
| 5       |       | 159  | 2       | 1,246   | 0,176   | 0,723 | 0,121 | 0,639 |      | Difícil               |
| 6       |       | 159  | 2       | -2,229  | 0       | 0,352 | 0,169 | 0,112 |      | Muito Difícil         |
| 7       |       | 156  | 2       | 1,224   | 0       | 0,109 | 0,689 | 0,604 |      | Difícil               |
| 8       |       | 159  | 2       | 1,47    | 0       | 0,161 | 0,103 | 0,604 |      | Difícil               |
| 9       |       | 155  | 1,693   | -0,473  | 0       | 0,227 | 0,168 | 0,611 |      | Fácil                 |
| 10      |       | 156  | 1,421   | 1,665   | 0,113   | 0,462 | 0,194 | 0,631 |      | Difícil               |

Figura 8.4: Planilha para análise dos parâmetros dos itens pela TRI.

## *Capítulo 9*

# *Interpretação de resultados*

Na planilha “Gráficos”, o professor pode verificar pela curva característica de cada item o grau de dificuldade e discriminação, podendo assim identificar quem são os alunos que possuem maior habilidade para o assunto abordado no item, os que estão com deficiência e assim pode tomar as devidas providências para que os de baixa proficiência possam se

aproximar aos alunos de melhor rendimento.

A interpretação é feita da seguinte forma:

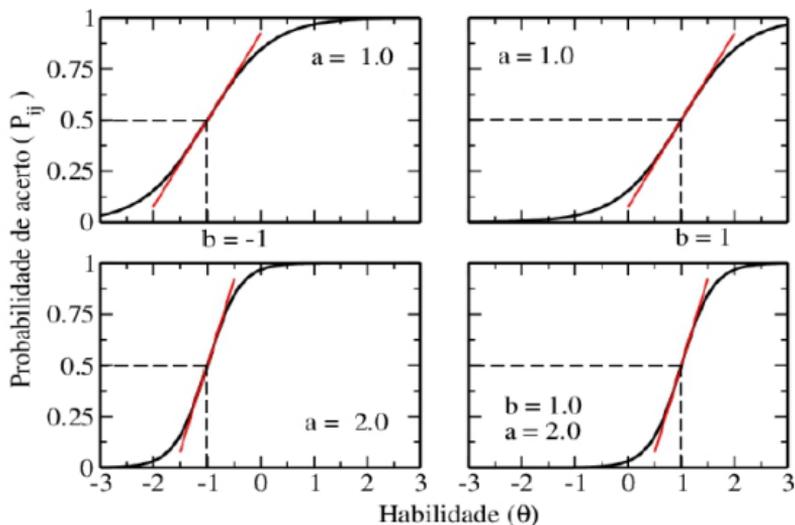


Figura 9.1: Curvas características dos itens para quatro possíveis valores de discriminação e dificuldade. A reta no ponto de inflexão é proporcional à medida da discriminação, enquanto que a dificuldade é a abscissa no ponto de inflexão.

Ao analisar o gráfico superior esquerdo percebe-

mos que o aluno que possui habilidade  $b = -1$  possui uma probabilidade de 50% de acerto, que não é alto, porém para que o aluno tenha praticamente 100% de probabilidade de acerto a sua habilidade deve ser acima de  $b = 1$ , que torna o item *fácil* mas com *moderado* poder de discriminação, ou seja, mais da metade dos alunos acertaram o item.

No gráfico superior direito temos que para uma probabilidade de 50% de acerto o aluno deve possuir uma habilidade  $b = 1$ , podemos considerar um item *difícil* e como o poder de discriminação é *moderado*, para que o aluno tenha uma probabilidade de 100% de acerto sua habilidade deve ser próxima ou igual à  $b = 3$ .

Os dois gráficos de baixo possuem um *alto* poder de discriminação o que faz com que um pouco mais de habilidade aumente bastante a probabilidade de acerto do item e vice-versa, o que as diferencia é o nível de dificuldade, o da esquerda é considerado um item *fácil* por não exigir tanta habilidade para que o aluno acerte e o da direita é considerado *difícil* por exigir uma habilidade bem maior para que o aluno

tenha uma maior probabilidade de acerto.

De posse dessas informações o professor deve traçar estratégias para tentar tornar a turma mais homogênea e assim permitir que os alunos possam acompanhar os assuntos subsequentes sem acumular deficiências que podem fazer com que ele perca o ano letivo.

# *Parte III*

## *APÊNDICE*

# *Matriz de Referência do ENEM*

Segue um recorte da Matriz de Referência do ENEM para a disciplina de Física, com ele o professor pode analisar deficiências individuais dos alunos ou de uma turma e traçar estratégias para suprir uma carência de assuntos que não tiveram bons resultados, pode também identificar conteúdos em que os alunos tiveram um bom desempenho e assim aproveitá-los como gancho para outros assuntos ou até treinar a outras habilidades.

## MATRIZ DE REFERÊNCIA

EIXOS COGNITIVOS (comuns a todas as áreas de conhecimento)

1. **Dominar linguagens (DL):** dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.
2. **Compreender fenômenos (CF):** 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.
3. **Enfrentar situações-problema (SP):** selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.

4. **Construir argumentação (CA):** relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
  
5. **Elaborar propostas (EP):** recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

## *Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.*

**Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.**

**H1** – Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

**H2** – Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.

**H3** – Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.

**H4** – Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização

sustentável da biodiversidade.

**Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.**

**H5** – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.

**H6** – Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.

**H7** – Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

**Competência de área 3 – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.**

**H8** – Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos

naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.

**H9** – Compreender a importância dos ciclos bioquímicos ou do fluxo de energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.

**H10** – Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e/ou destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.

**H11** – Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.

**H12** – Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

**Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, re-**

## **lacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.**

**H13** – Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.

**H14** – Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.

**H15** – Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.

**H16** – Compreender o papel da evolução na produção de padrões e processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

## **Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.**

**H17** – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como

texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

**H18** – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.

**H19** – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

**Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.**

**H20** – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

**H21** – Utilizar leis físicas e/ou químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e/ou do eletromagnetismo.

**H22** – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.

**H23** – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

**Competência de área 7 – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.**

**H24** – Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

**H25** – Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.

**H26** – Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.

**H27** – Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

**Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.**

**H28** – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

**H29** – Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias-primas ou produtos industriais.

**H30** – Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e à implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.

*Nota: Todas as habilidades da área de conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram incluídas, pois na contextualização e interdisciplinaridade podemos envolvê-las com a Física.*

## *Objetos de conhecimento associados às Matrizes de Referência*

### 3. Ciências da Natureza e suas Tecnologias

#### 3.1 Física

- **Conhecimentos básicos e fundamentais** – Noções de ordem de grandeza. Notação Científica. Sistema Internacional de Unidades. Metodologia de investigação: a procura de regularidades e de sinais na interpretação física do mundo. Observações e mensurações: representação de grandezas físicas como grandezas mensuráveis. Ferramentas básicas: gráficos e vetores. Conceituação de grandezas vetoriais e escalares. Operações básicas com vetores.
- **O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas** – Grandezas fundamentais da mecânica: tempo, espaço, velocidade e aceleração. Relação histórica entre força e movimento. Descrições do movimento e sua interpretação:

quantificação do movimento e sua descrição matemática e gráfica. Casos especiais de movimentos e suas regularidades observáveis. Conceito de inércia. Noção de sistemas de referência inerciais e não inerciais. Noção dinâmica de massa e quantidade de movimento (momento linear). Força e variação da quantidade de movimento. Leis de Newton. Centro de massa e a ideia de ponto material. Conceito de forças externas e internas. Lei da conservação da quantidade de movimento (momento linear) e teorema do impulso. Momento de uma força (torque). Condições de equilíbrio estático de ponto material e de corpos rígidos. Força de atrito, força peso, força normal de contato e tração. Diagramas de forças. Identificação das forças que atuam nos movimentos circulares. Noção de força centrípeta e sua quantificação. A hidrostática: aspectos históricos e variáveis relevantes. Empuxo. Princípios de Pascal, Arquimedes e Stevin: condições de flutuação, relação entre diferença de nível e pressão hidros-

tática.

- **Energia, trabalho e potência** – Conceituação de trabalho, energia e potência. Conceito de energia potencial e de energia cinética. Conservação de energia mecânica e dissipação de energia. Trabalho da força gravitacional e energia potencial gravitacional. Forças conservativas e dissipativas.
- **A mecânica e o funcionamento do universo** – Força peso. Aceleração gravitacional. Lei da Gravitação Universal. Leis de Kepler. Movimentos de corpos celestes. Influência na Terra: marés e variações climáticas. Concepções históricas sobre a origem do universo e sua evolução.
- **Fenômenos elétricos e magnéticos** – Carga elétrica e corrente elétrica. Lei de Coulomb. Campo elétrico e potencial elétrico. Linhas de campo. Superfícies equipotenciais. Poder das pontas. Blindagem. Capacitores. Efeito Joule.

Lei de Ohm. Resistência elétrica e resistividade. Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia. Circuitos elétricos simples. Correntes contínua e alternada. Medidores elétricos. Representação gráfica de circuitos. Símbolos convencionais. Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos. Campo magnético. Ímãs permanentes. Linhas de campo magnético. Campo magnético terrestre.

- **Oscilações, ondas, óptica e radiação** – Feixes e frentes de ondas. Reflexão e refração. Óptica geométrica: lentes e espelhos. Formação de imagens. Instrumentos ópticos simples. Fenômenos ondulatórios. Pulsos e ondas. Período, frequência, ciclo. Propagação: relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda. Ondas em diferentes meios de propagação.
- **O calor e os fenômenos térmicos** – Concei-

tos de calor e de temperatura. Escalas termométricas. Transferência de calor e equilíbrio térmico. Capacidade calorífica e calor específico. Condução do calor. Dilatação térmica. Mudanças de estado físico e calor latente de transformação. Comportamento de gases ideais. Máquinas térmicas. Ciclo de Carnot. Leis da Termodinâmica. Aplicações e fenômenos térmicos de uso cotidiano. Compreensão de fenômenos climáticos relacionados ao ciclo da água.

# REFERÊNCIAS

[ANDRADE 2000] ANDRADE, Dalton Francisco de; TAVARES, Heliton Ribeiro; VALLE, Raquel da Cunha, **Teoria da Resposta ao Item: conceitos e aplicações**, ABE, São Paulo, 2000.

[FERRAZ & BETHOLT] FERRAZ, A. & BETHOLT, R. V., **Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais**, Gest. Prod., São Carlos, SciELO Brasil, 2010, 17, 421-431. 1

[GOVERNO do ESTADO de MG] MINAS GERAIS, Governo do Estado de, Secretaria de Estado de Educação, **Guia de Orientações para Elaboração e Revisão de Itens e Questões de Múltipla Escolha.** 4

[MATRIZ ENEM 2009] BRASIL, M., **Matriz de Referência para o ENEM 2009**, Brasília:[sn], 2009.

[PARAM 2012] RUDNER, Lawrence M. (2012). PARAM Calibration Software Logística IRT Models (freeware) . Disponível: [<http://edres.org/irt/param>] 7

[PCN 1998] PCN, Ensino Médio, **Parâmetros Curriculares Nacionais - Orientações Educativas Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Física, 1998. 2, 3