

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]

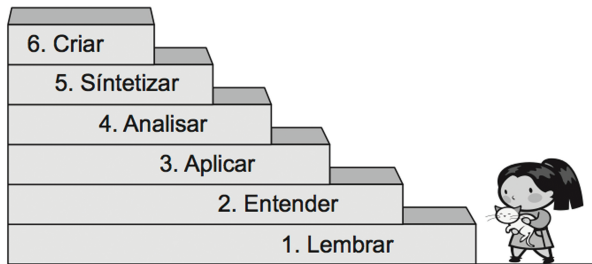


Figura 1.1: *Categorias do domínio cognitivo proposto por Bloom, Englehart, Furst, Hill e Krathwolh, que ficou conhecido como Taxonomia de Bloom.*

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> 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> 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> 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> 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.

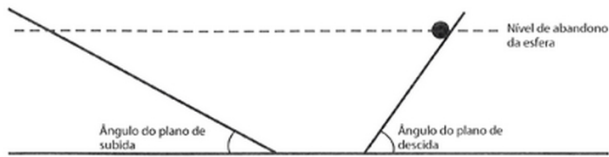


Figura 4.1: Galileu e o plano inclinado. Disponível em [www.fisica.ufpp.br](http://www.fisica.ufpp.br). Acesso em: 21 ago. 2012 (adaptado).

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*.

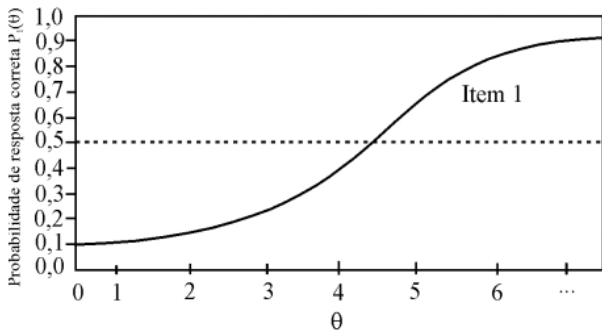


Figura 5.1: CCI para item 1

- 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 ( $c$ ).

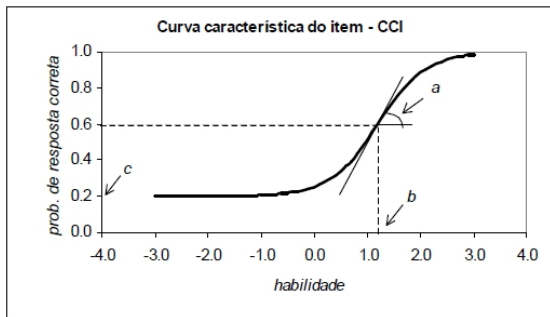


Figura 5.2: Exemplo de uma CCI

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	C	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	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 6.1: 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.

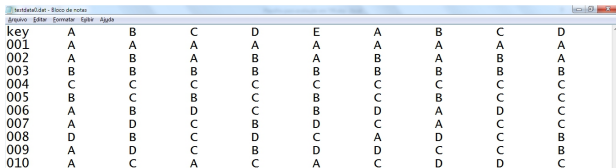
Item	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
001	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A																		
002	A	D	A	D	A	D	A	D	A	D																		
003	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D																		
004	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C																		
005	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C																		
006	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”.

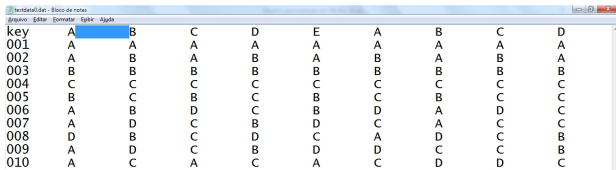
## Os dados quando colados estarão espaçados:



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...”:

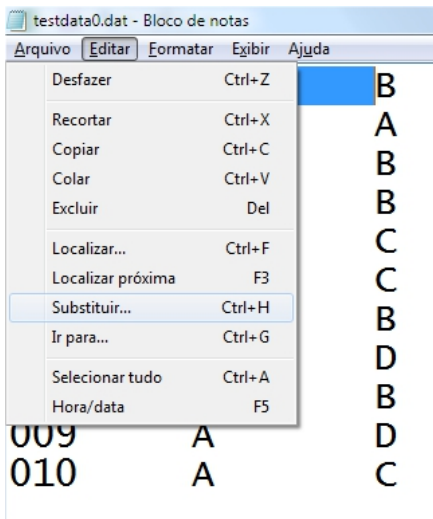


Figura 6.5: Arquivo com informações padronizadas para TRI.

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

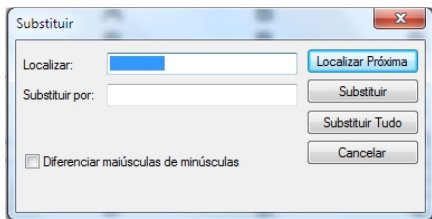


Figura 6.6: Arquivo com informações padronizadas para TRI.



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

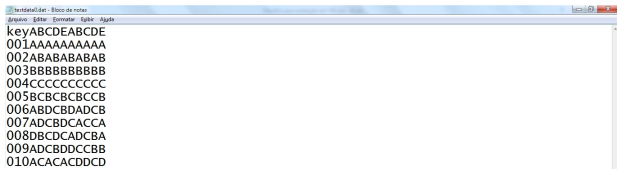


Figura 6.7: Arquivo com informações padronizadas para TRI.

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].

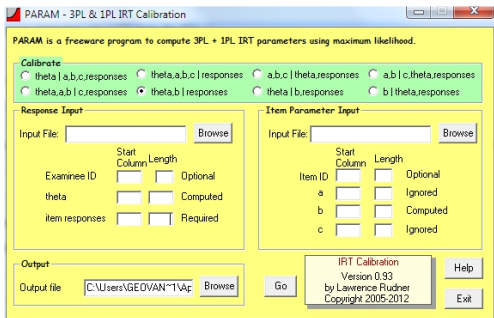


Figura 7.1: Software PARAM para processamento em TRI. Disponível para download no link: <http://echo.edres.org:8080/irt/param/>

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"; "Acclho"; "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	Acclho	Nobs	a_calib	b_calib	c_calib	seeb	seec	seeb	seec	Classificação do Item
1		141	2	5	0,111	99	99	0,637		Muito Difícil
2		154	2	1,059	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	0,606	0,139	0,309	0,694	0,64		Médio
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	0,339	0,089	0,094		Difícil
8		159	2	1,47	0	0,361	0,103	0,064		Difícil
9		155	1,693	-0,473	0	0,227	0,108	0,611		Fácil
10		156	1,421	1,655	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:

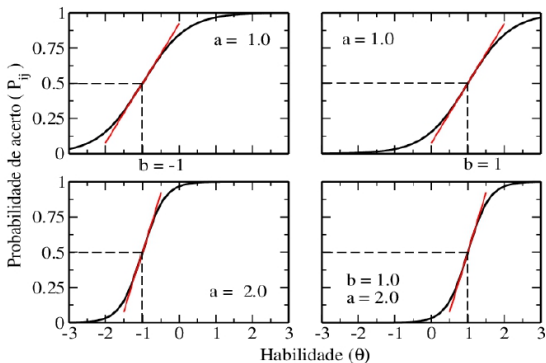


Figura 9.1: Curvas características dos itens para quatro possíveis valores de discriminação e dificuldade. A reta no ponto de inflexão é proporcional à medida da discriminação, enquanto que a dificuldade é a abscissa no ponto de inflexão.

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