



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física



Minicurso:

**ESTUDO DOS RESULTADOS DO ENEM
UM DIAGNÓSTICO DO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL**

Bruno Bernardo Rinaldi

José Christian Lopes

Gustavo Rubini

Marcelo Shoey de O. Massunaga

Marta Feijó Barroso

Material instrucional associado à dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Instituto de Física, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Rio de Janeiro

Dezembro de 2017

A oficina “*Estudo dos resultados do Enem – Um diagnóstico do ensino de Física no Brasil*” apresentado pelos professores B. Rinaldi e J.C. Lopes do Colégio Pedro II e G. Rubini da UFRJ e com a orientação e participação de M.F. Barroso da UFRJ e M. Massunaga da UENF, abordou não só os dados de desempenho e a sua análise constantes nessa dissertação; mas também aspectos conceituais da Teoria de Resposta ao Item, as características do Enem e dados de outras provas (Enem 2011 e provas da graduação da UFRJ), com o objetivo de ajudar o professor a ter uma visão mais clara sobre avaliações de larga escala e sua aplicação em processos de diagnóstico, tal como o estudo desenvolvido pelo LIMC – UFRJ .


Este material é pensado para os professores do ensino médio de Ciências da Natureza.

Apresentamos o material do minicurso realizado e em seguida a lista de presença dos participantes.



Mini Curso
Estudo dos resultados do Enem
um diagnóstico do ensino de Física no Brasil

Bruno B. Rinaldi, José Christian Lopes, Gustavo Rubini,
Marcelo S.O. Massunaga e M. F. Barroso

CPII - Departamento de Física
LIMC e IF - UFRJ 

*minicurso integrante da dissertação de mestrado de
Bruno B. Rinaldi (PEF-UFRJ)*

Sumário

1. Introdução

- o contexto
- a estrutura das questões do Enem
- a Matriz de Referência do Enem
- os dados disponíveis para estudo

2. Na prática

3. A prova de 2011: exemplo e desempenho dos concluintes do CPII

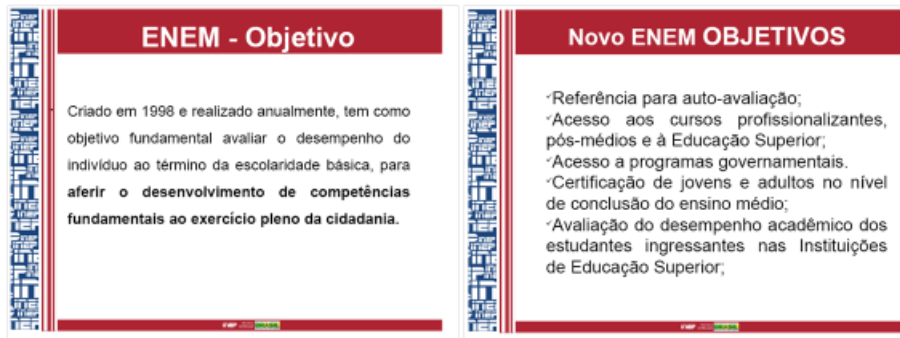
- a questão 70 da prova de 2011: conteúdo e desempenho dos alunos em geral e dos alunos do CPII

4. A prova de 2013: exemplo e análise

- a questão 76 da prova de 2013: conteúdo e desempenho dos alunos; CCI dos distratores; questionários CPII

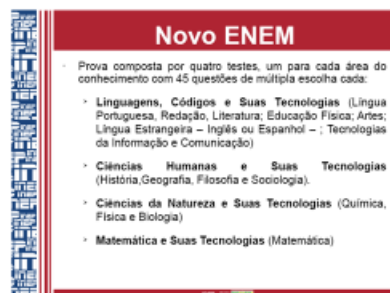
5. Enem e Teoria da Resposta ao Item

1. Introdução



Em 2009, o Ministério da Educação, juntamente com reitores das instituições federais de ensino superior, modifica o Enem, criando o “Novo ENEM”.

Esse exame, modificado em relação ao seu objetivo inicial, serviria como processo de acesso para as recém criadas instituições públicas de ensino superior, e o MEC forneceria um sistema classificatório unificado no país para as instituições que assim o desejassem, o Sistema de Seleção Unificada – SiSU.



Segundo o documento básico do “Novo ENEM” [MEC/INEP, 2009],

“Até 2008, o Enem era uma prova clássica com 63 questões interdisciplinares, sem articulação direta com os conteúdos ministrados no ensino médio, e sem a possibilidade de comparação das notas de um ano para outro. A proposta é reformular o Enem para que o exame possa ser comparável no tempo e aborde diretamente o currículo do ensino médio. O objetivo é aplicar quatro grupos de provas diferentes em cada processo seletivo, além de redação. O novo exame será composto por perguntas objetivas em quatro áreas do conhecimento: linguagens, códigos e suas tecnologias (incluindo redação); ciências humanas e suas tecnologias; ciências da natureza e suas tecnologias e matemática e suas tecnologias. Cada grupo de testes será composto por até 45 itens de múltipla escolha, aplicados em dois dias. (...) A grande vantagem que o MEC está buscando com o novo Enem é a reformulação do currículo do ensino médio. (...) A proposta é sinalizar para o ensino médio outro tipo de formação, mais voltada para a solução de problemas.” (p. 93)



A estrutura das questões do Enem



Guia de Elaboração

e Revisão de Itens



2 ESTRUTURA DO ITEM DE MÚLTIPLA ESCOLHA

A elaboração de itens de múltipla escolha requer que o elaborador tenha domínio tanto da área de conhecimento a ser avaliada quanto dos procedimentos técnicos que envolvem a construção de itens; “compreenda os objetivos educacionais e as características educacionais e psicológicas daquele que se submete ao teste”; e seja criativo para propor “situações novas e engenhosas” (Vianna, 1982, p. 49).

O processo de composição do item desenvolve-se artesanalmente e a versão final será alcançada após várias revisões.

O item de múltipla escolha utilizado nos testes do Inep divide-se em três partes, conforme ilustrado na Figura 1.

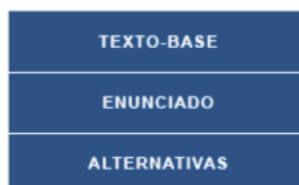


Figura 1 – Partes constitutivas do item

O item deve ser estruturado de modo que se configure uma unidade de proposição e contemple uma única habilidade da Matriz de Referência. Para tanto, devem ser

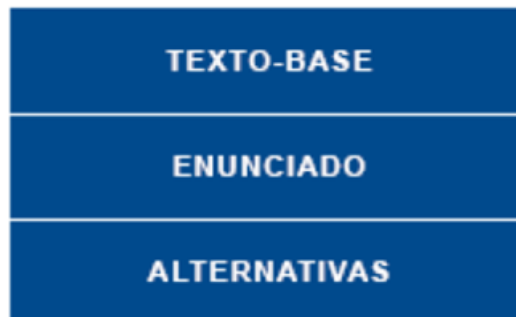


Figura 1 – Partes constitutivas do item

“O item deve ser estruturado de modo a que se configure uma unidade de proposição, e contemple *uma única habilidade* da Matriz de Referência.”

exemplo

Enem 2014 (prova azul)

QUESTÃO 46 =====

Christiaan Huygens, em 1656, criou o relógio de pêndulo. Nesse dispositivo, a pontualidade baseia-se na regularidade das pequenas oscilações do pêndulo. Para manter a precisão desse relógio, diversos problemas foram contornados. Por exemplo, a haste passou por ajustes até que, no início do século XX, houve uma inovação, que foi sua fabricação usando uma liga metálica que se comporta regularmente em um largo intervalo de temperaturas.

YODER, J. G. *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the mathematization of nature*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004 (adaptado).

Desprezando a presença de forças dissipativas e considerando a aceleração da gravidade constante, para que esse tipo de relógio realize corretamente a contagem do tempo, é necessário que o(a)

- A comprimento da haste seja mantido constante.
- B massa do corpo suspenso pela haste seja pequena.
- C material da haste possua alta condutividade térmica.
- D amplitude da oscilação seja constante a qualquer temperatura.
- E energia potencial gravitacional do corpo suspenso se mantenha constante.

TEXTO-BASE

ENUNCIADO

ALTERNATIVAS

Enem 2014 (prova azul)

QUESTÃO 46 =====

Christiaan Huygens, em 1656, criou o relógio de pêndulo. Nesse dispositivo, a pontualidade baseia-se na regularidade das pequenas oscilações do pêndulo. Para manter a precisão desse relógio, diversos problemas foram contornados. Por exemplo, a haste passou por ajustes até que, no início do século XX, houve uma inovação, que foi sua fabricação usando uma liga metálica que se comporta regularmente em um largo intervalo de temperaturas.

YODER, J. G. *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the mathematization of nature*. Cambridge: Cambridge University Press, 2004 (adaptado).

TEXTO-BASE

2.1 Texto-base

Motiva ou compõe a situação-problema a ser formulada no item a partir da utilização de um ou mais textos-base (textos verbais e não verbais, como imagens, figuras, tabelas, gráficos ou infográficos, esquemas, quadros, experimentos, entre outros), que poderão ser de dois tipos: (i) formulados pelo próprio elaborador para o contexto do item e (ii) referenciados por publicações de apropriação pública.

Esta parte inicial do item deve apresentar as informações necessárias para a resolução da situação-problema proposta, suprimindo-se elementos de caráter meramente acessório, que possam conferir ambiguidade à interpretação da tarefa a ser realizada ou que demandem dispendioso tempo de leitura. Deve-se evitar a exigência de informações simplesmente decoradas, como fórmulas, datas, termos, nomes, enfim, detalhes que não avaliam a habilidade, mas privilegiam a memorização.

Enem 2014 (prova azul)

Desprezando a presença de forças dissipativas e considerando a aceleração da gravidade constante, para que esse tipo de relógio realize corretamente a contagem do tempo, é necessário que o(a)

ENUNCIADO

2.2 Enunciado

O enunciado constitui-se de uma ou mais orações e não deve apresentar informações adicionais ou complementares ao texto-base; ao contrário, deverá considerar exatamente a totalidade das informações previamente oferecidas.

No enunciado, inclui-se uma instrução clara e objetiva da tarefa a ser realizada pelo participante do teste. Essa instrução poderá ser expressa como pergunta ou frase a ser completada pela alternativa correta.

Enem 2014 (prova azul)

- A** comprimento da haste seja mantido constante.
- B** massa do corpo suspenso pela haste seja pequena.
- C** material da haste possua alta condutividade térmica.
- D** amplitude da oscilação seja constante a qualquer temperatura.
- E** energia potencial gravitacional do corpo suspenso se mantenha constante.

ALTERNATIVAS

2.3 Alternativas

Alternativas são possibilidades de respostas para a situação-problema apresentada, dividindo-se em gabarito e distratores.

2.3.1 Gabarito

O gabarito indica, inquestionavelmente, a única alternativa correta que responde à situação-problema proposta.

2.3.2 Distratores

Os distratores indicam as alternativas incorretas à resolução da situação-problema proposta. Além disso, essas respostas devem ser plausíveis, isto é, devem parecer corretas para aqueles participantes do teste que não desenvolveram a habilidade em questão (Haladyna, 2004). Isso significa que o distrator plausível deve retratar hipóteses de raciocínio utilizadas na busca da solução da situação-problema apresentada. Como consequência, se esse distrator retrata uma dificuldade real do participante com relação à habilidade, não devem ser criadas situações capazes de induzi-lo ao erro.

A utilização de erros comuns observados em situação de ensino-aprendizagem costuma aumentar a plausibilidade dos distratores. Por outro lado, aqueles que retratam erros grosseiros ou alternativas absurdas, dentro ou não do contexto do item, tendem a induzir a identificação da alternativa correta.



A matriz de referência do Enem

1.1 Matriz de Referência

A Matriz de Referência é o instrumento norteador para a construção de itens. As Matrizes desenvolvidas pelo Inep são estruturadas a partir de competências e habilidades que se espera que os participantes do teste tenham desenvolvido em uma determinada etapa da educação básica. É importante destacar que a Matriz de Referência não se confunde com o currículo, que é muito mais amplo. Ela é, portanto, uma referência tanto para aqueles que irão participar do teste, garantindo transparência ao processo e permitindo-lhes uma preparação adequada, como para a análise dos resultados do teste aplicado.

1.2 Competências e habilidades

Competência é a capacidade de mobilização de recursos cognitivos, socioafetivos ou psicomotores, estruturados em rede, com vistas a estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas para resolver, encaminhar e enfrentar situações complexas. Segundo Perrenoud (*apud* Macedo, 2005, p. 29-30), uma das características importantes da noção de competência é desafiar o sujeito a mobilizar os recursos no contexto de situação-problema para tomar decisões favoráveis a seu objetivo ou a suas metas.

As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do "saber fazer" (Brasil. Inep, 2005, p. 17).

A matriz de referência do Enem é constituída por quatro elementos:

- os eixos cognitivos**
- as competências**
- as habilidades**
- os objetos de conhecimento**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA

MATRIZ DE REFERÊNCIA PARA O ENEM 2009

EIXOS COGNITIVOS (comuns a todas as áreas de conhecimento)

- I. **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.
 - II. **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.
 - III. **Enfrentar situações-problema (SP):** selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
 - IV. **Construir argumentação (CA):** relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
 - V. **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.

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

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.

Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.

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

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

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

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

C1. compreender as ciências naturais... como construção humana...

- 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.
-

C2. identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas ...

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.

C3. associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a ...

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 biogeoquímicos ou do fluxo 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.

C4. compreender interações entre organismo e ambiente ... saúde humana...

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, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

C5. entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los ...

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.

C6. apropriar-se de conhecimentos de física...

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.

C7. apropriar-se de conhecimentos de química...

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.

C8. apropriar-se de conhecimentos de biologia...

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 a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente.

ANEXO

Objetos de conhecimento associados às Matrizes de Referência

3. Ciências da Natureza e suas Tecnologias

3.1 Física

3.2 Química

3.3 Biologia

Objetos de conhecimento - 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 idéia 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 hidrostática.
-

Objetos de conhecimento - Física

- **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.

Objetos de conhecimento - Física

- **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** - Conceitos 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.

Objetos de conhecimento - Física

- 1. Conhecimentos básicos e fundamentais*
 - 2. O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas*
 - 3. Energia, trabalho e potência*
 - 4. A Mecânica e o funcionamento do Universo*
 - 5. Fenômenos elétricos e magnéticos*
 - 6. Oscilações, ondas, óptica e radiação*
 - 7. O calor e os fenômenos térmicos*
-
-

A matriz de referência do Enem

domínios cognitivos: 5

competências CN: 8

habilidades CN: 30

objetos de conhecimento: 7+

Cada item (questão)

**deve contemplar uma única habilidade da
Matriz de Referência**



Os dados disponíveis para este estudo

Da página do Inep, www.inep.gov.br
em
<http://portal.inep.gov.br/web/guest/microdados>

é possível baixar um arquivo comprimido com um conjunto de informações sobre o Enem, em particular os denominados *microdados*, os bancos de dados contendo as informações de cada candidato relativa aos questionários preenchidos e às respostas a cada questão das provas.

Não é imediato trabalhar com esses dados (número excessivamente grande para ser aberto em uma planilha típica).

dados sobre as questões da prova - os gabaritos e as habilidades

e os cadernos das provas (em suas diversas cores)

(usamos aqui sempre a numeração da prova azul)

Enem 2013

SEQ	ÁREA	ITEM	Ordem_Azul	Cod.Azul	GAB	HAB
1	CNT	12226	46	12226	B	020
2	CNT	23920	47	23920	B	024
3	CNT	31261	48	31261	E	022
4	CNT	42290	49	42290	D	022
5	CNT	37482	50	37482	A	015
6	CNT	8929	51	8929	B	023
7	CNT	44427	52	44427	E	018
8	CNT	19232	53	19232	B	028
9	CNT	10662	54	10662	D	027
10	CNT	7867	55	7867	A	014
11	CNT	40160	56	40160	B	015
12	CNT	7508	57	7508	A	018
13	CNT	42570	58	42570	A	024
14	CNT	43164	59	43164	A	009
15	CNT	11700	60	11700	B	016
16	CNT	38629	61	38629	C	002
17	CNT	13142	62	13142	B	029
18	CNT	26708	63	26708	C	012
19	CNT	29002	64	29002	B	019
20	CNT	39411	65	39411	C	001
21	CNT	41130	66	41130	A	007
22	CNT	13976	67	13976	C	009

os microdados

MICRODADOS ENEM 2014

LEIA-ME

PASTAS	6 Pastas:
	DADOS
	PLANILHAS
	DICIONÁRIO
	LEIA-ME e DOCUMENTOS TÉCNICOS
	INPUTS
	PROVAS e GABARITOS

	2 Arquivos:	Descrição:
Dados	MICRODADOS_ENEM_2014.csv	Informações gerais sobre a realização das provas, a caracterização do participante e da escola que ele declarou ter frequentado, e as notas das provas objetivas e da redação.
	CONSISTENCIA_CENSO_2014.csv	Informações gerais sobre os alunos concluintes do ensino médio, que participaram do exame e estavam matriculados em uma ou mais escolas, de acordo com o Censo Escolar da Educação Básica 2014, que foram considerados no cálculo do Enem 2014 por Escola.

Planilhas	5 Arquivos:	Descrição:
	ITENS_ENEM_2014.xls	Informações gerais sobre as áreas avaliadas, cadernos, itens, habilidades e gabaritos das provas.
	ITENS_ENEM_2014.ods	
	PLANILHA_ENEM_ESCOLA_2014.xlsx PLANILHA_ENEM_ESCOLA_2014.ods	Planilha com os resultados do Enem 2014 por Escola.
	SISTEMA_ENEM_ESCOLA_2014.xlsx	Sistema com os resultados do Enem 2014 por Escola, que facilita a busca de informações, utilizando filtros.

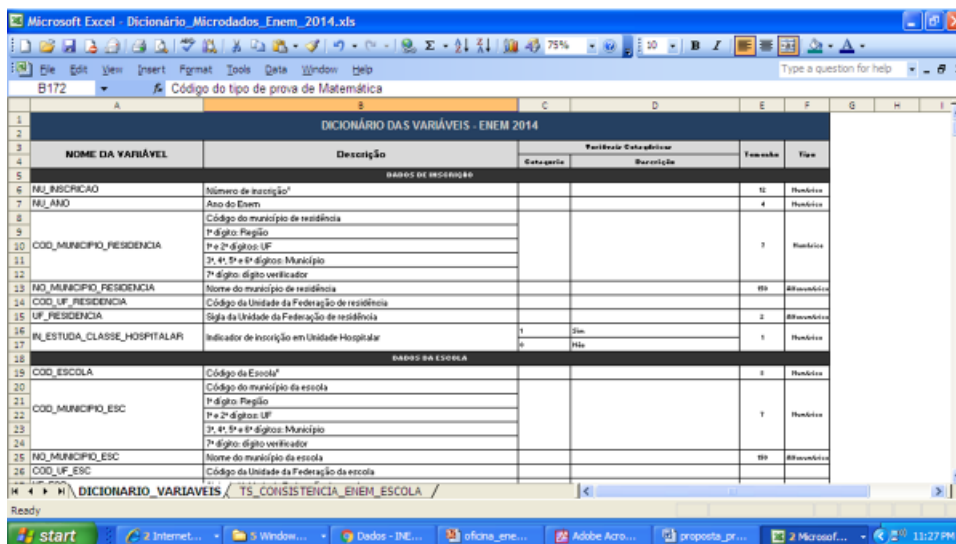
Dicionário	2 Arquivos:	Descrição:
	Dicionário_Microdados_Enem_2014.xlsx Dicionário_Microdados_Enem_2014.ods	Informações gerais sobre as variáveis contidas nas bases e sobre as perguntas e alternativas do questionário aplicado.

Leia-Me e Documentos Técnicos	4 Arquivos:	Descrição:
	Leia-me_Enem_2014.pdf	Breve descrição do Enem, bem como das informações sobre as bases e os arquivos disponibilizados nos Microdados.
	Matriz_Referencia_Enem.pdf	Apresentação da Matriz de Referência, que compreende os eixos cognitivos, as competências e as habilidades avaliadas em cada área de conhecimento do Ensino Médio.
	Portaria_Inep_Enem_por_Escola_2014.pdf	Documento que estabelece os procedimentos para o cálculo e os critérios para a divulgação dos resultados do Exame Nacional do Ensino Médio por Escola 2014.
	Nota_Explicativa_Enem_Por_Escola_2014.pdf	Nota que explica os critérios utilizados para a divulgação dos resultados do Enem 2014 por Escola.

Inputs	4 Arquivos:	Descrição:
	SAS:	
	INPUT_SPSS_MICRODADOS_ENEM_2014.sas INPUT_SPSS_CONSISTENCIA_CENSO_2014.sas	Programas para leitura dos arquivos de dados no pacote estatístico SAS, com os rótulos (<i>labels</i>) de cada variável.
	SPSS:	
	INPUT_SAS_MICRODADOS_ENEM_2014.sps INPUT_SAS_CONSISTENCIA_CENSO_2014.sps	Programas para leitura dos arquivos de dados no pacote estatístico SPSS, com os rótulos (<i>labels</i>) de cada variável.

Provas e Gabaritos	16 Arquivos:	Descrição
	Caderno1_Azul_Sab.pdf	Todos os cadernos de prova aplicados no Enem 2014.
	Caderno2_Amarelo_Sab.pdf	
	Caderno3_Branco_Sab.pdf	
	Caderno4_Rosa_Sab.pdf	
	Caderno5_Amarelo_Dom.pdf	
	Caderno6_Cinza_Dom.pdf	
	Caderno7_Azul_Dom.pdf	
	Caderno8_Rosa_Dom.pdf	
	Gab_Caderno1_Azul_Sab.pdf	Todos os gabaritos dos cadernos de prova aplicados no Enem 2014.
	Gab_Caderno2_Amarelo_Sab.pdf	
	Gab_Caderno3_Branco_Sab.pdf	
	Gab_Caderno4_Rosa_Sab.pdf	
	Gab_Caderno5_Amarelo_Dom.pdf	
	Gab_Caderno6_Cinza_Dom.pdf	
	Gab_Caderno7_Azul_Dom.pdf	
Gab_Caderno8_Rosa_Dom.pdf		

Dicionário de microdados



NOME DA VARIÁVEL	Descrição	Variável Cateórica		Tamanho	Tipo
		Categoria	Descrição		
DADOS DE INSCRIÇÃO					
NU_INSCRICAO	Número de inscrição?			12	Númerico
IRU_ANO	Ano do Enem			4	Númerico
COD_MUNICIPIO_RESIDENCIA	Código do município de residência			7	Númerico
	1º dígito: Região				
	2º e 3º dígitos: UF				
	4º, 5º e 6º dígitos: Município				
	7º dígito: dígito verificador				
NO_MUNICIPIO_RESIDENCIA	Nome do município de residência			99	Alfanumérico
COD_UF_RESIDENCIA	Código da Unidade da Federação de residência				
UF_RESIDENCIA	Sigla da Unidade da Federação de residência			2	Alfanumérico
PL_ESTUDA_CLASSE_HOSPITALAR	Indicador de inscrição em Unidade Hospitalar	1 Sim	2 Não	1	Númerico
DADOS DA ESCOLA					
COD_ESCOLA	Código da Escola?			3	Númerico
COD_MUNICIPIO_ESC	Código do município da escola			7	Númerico
	1º dígito: Região				
	2º e 3º dígitos: UF				
	4º, 5º e 6º dígitos: Município				
	7º dígito: dígito verificador				
NO_MUNICIPIO_ESC	Nome do município da escola			99	Alfanumérico
COD_UF_ESC	Código da Unidade da Federação da escola				



2. Na prática:

Resolver / discutir

- questão 70 da prova de 2011
- questão 76 da prova de 2013

3. A prova de 2011: exemplo e desempenho dos concluintes do CP II

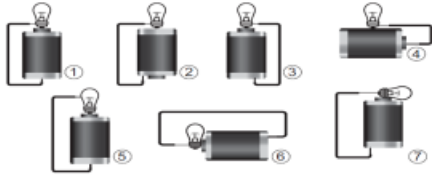
Características consideradas para a análise dos resultados:

- ✓ **Categorização dos itens por componente disciplinar dominante**
 - ✓ **Competências e habilidades**
 - ✓ **Percentual de acerto e marcação das alternativas**
 - ✓ **As curvas características dos itens (CCI ou ICC)**
 - ✓ **Combinação do quantitativo e qualitativo (descrever / entender a aprendizagem dos alunos)**
-

Desempenho dos estudantes do Colégio Pedro II

QUESTÃO 70 Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

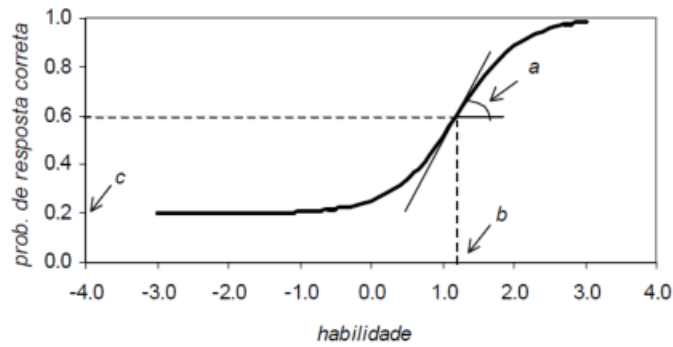
- Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:
- A (1), (3), (6)
 - B (3), (4), (5)
 - C (1), (3), (5)
 - D (1), (3), (7)**
 - E (1), (2), (5)



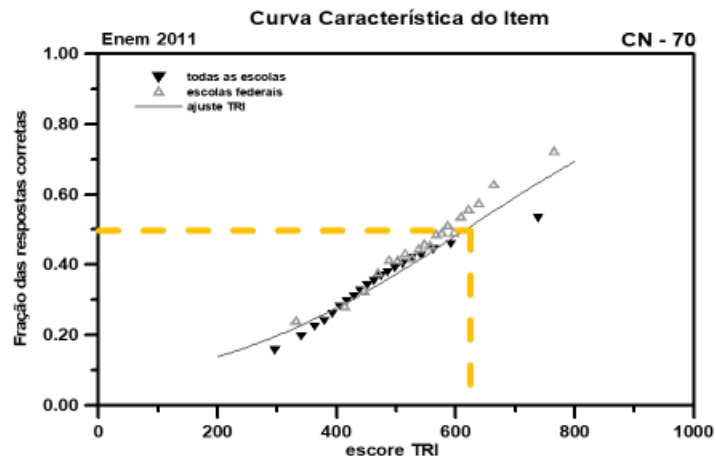
GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. *Instalação Elétrica: investigando e aprendendo*. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Questão	70 Prova Azul - ENEM 2011									
	Concluintes	CPII	CEN	DCX	EN	HUM	NIT	REA	SC	TIJ
A	25	33	36	26	30	36	40	38	29	31
B	6	1	0	0	2	1	0	1	3	1
C	28	23	16	19	27	23	16	21	26	22
D	34	42	46	51	37	40	44	39	40	44
E	6	1	0	2	3	0	0	1	1	2
TOTAL	100	100	99	98	100	100	100	100	100	100

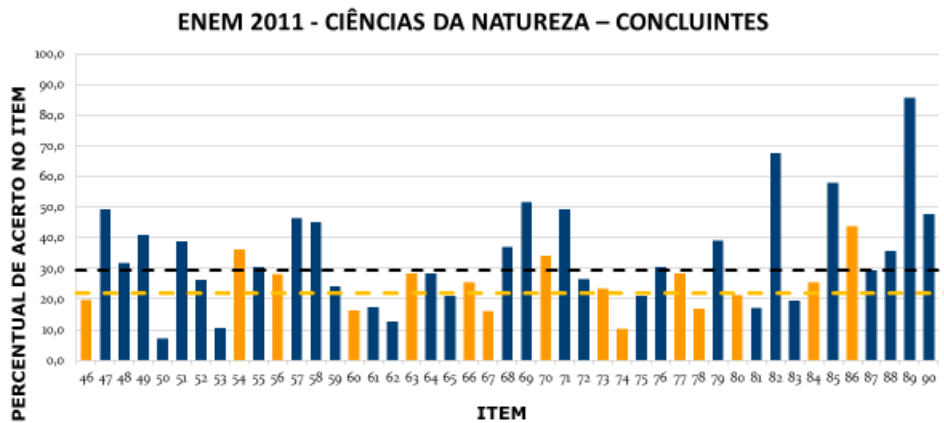
Curva característica do item - CCI



400 500 600 (ANDRADE, 2000, p. 11)



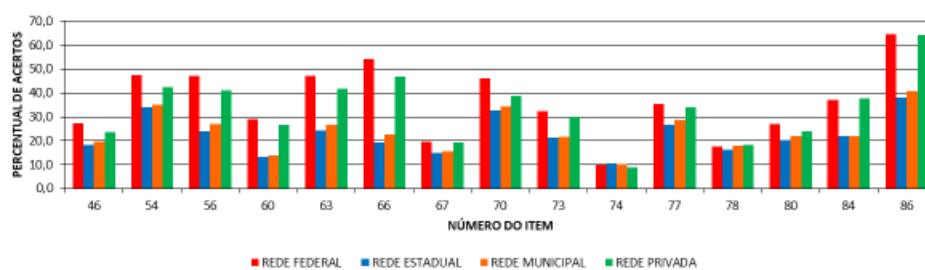
- difícil;
- baixíssimo percentual de acerto casual, menos de 1%;
- indicador de discriminação muitíssimo baixo.

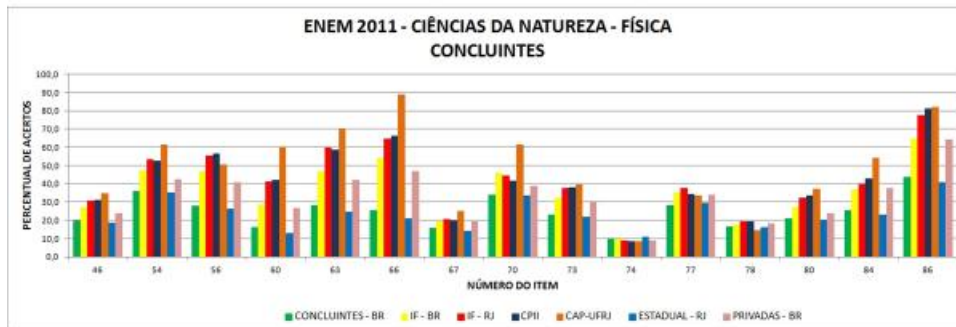


Desempenho dos estudantes (ENEM 2011)

Dep. Adm.	número (%)	média	desvio padrão	mínimo	máximo
Federal	2	547	85	281	851
Estadual	76	440	72	269	812
Municipal	1	455	76	265	780
Privada	21	534	89	269	867
Total	100	461	86	269	867

ENEM 2011 - CIÊNCIAS DA NATUREZA - FÍSICA CONCLUINTE POR DEPENDÊNCIA ADMINISTRATIVA





Exemplo

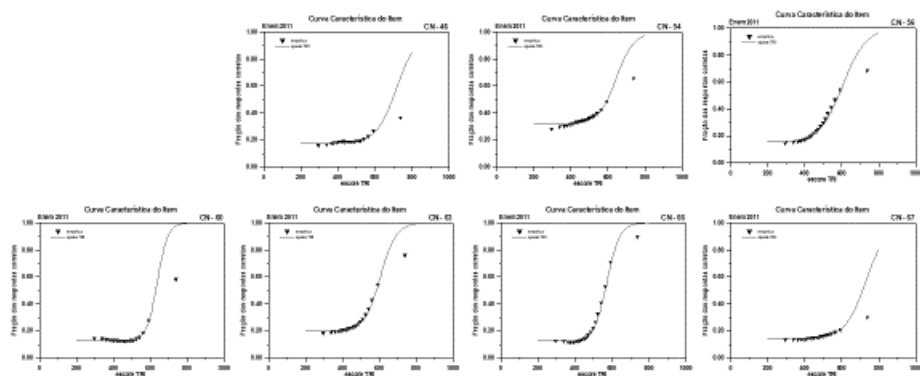
Curvas Características dos Itens

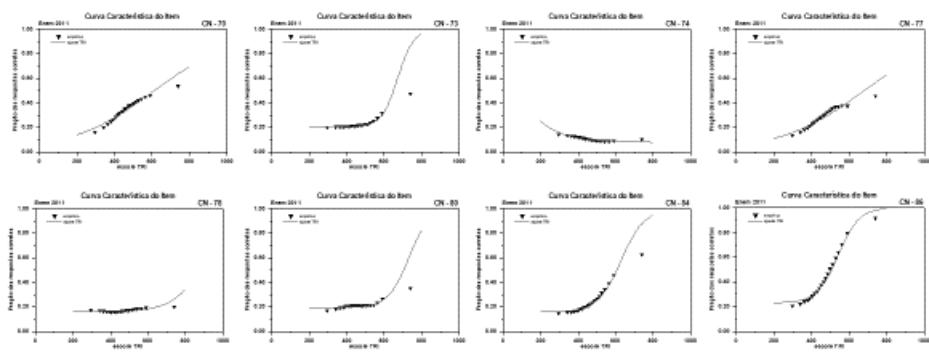
Questões de Física (CN), ENEM 2011

Concluintes (numeração: prova azul)

- modelo de 3 parâmetros (R, I_{tm})

- empírica (todos, federais)





4. A prova de 2013: exemplo e análise

Números envolvidos e filtros utilizados

	Enem 2009	Enem 2010	Enem 2011	Enem 2012	Enem 2013	Enem 2014
Inscrições	4.148.721	4.626.094	5.380.856	5.791.065	7.173.563	8.722.248
Participantes	2.330.534	3.101.455	3.670.241	3.942.639	4.908.306	5.633.954
Concluintes do Ensino médio	864.827	1.059.227	1.174.429	1.205.063	1.326.681	1.374.821

(Fonte: Os autores, com dados fornecidos pelo Inep)

A divisão disciplinar: ciências da natureza versus física, química e biologia

- o exame seria interdisciplinar; mas as questões possuem às vezes “traços interdisciplinares”
- é possível categorizar as questões em função das disciplinas

***critério para a divisão por disciplinas:
qual o conhecimento disciplinar específico necessário
para escolher o gabarito***

***método de classificação:
1. dois ou mais pesquisadores lêem e resolvem a
questão e classificam a questão por disciplina
independentemente; verificam a habilidade e o objeto
de conhecimento associados;
2. as classificações individuais são comparadas e a
discussão evolui até uma decisão comum***

Ano / Disciplina	2009	2010	2011	2012	2013
Física	16	16	15	16	18
Biologia	20	16	17	13	15
Química	9	13	13	16	12
total	45	45	45	45	45

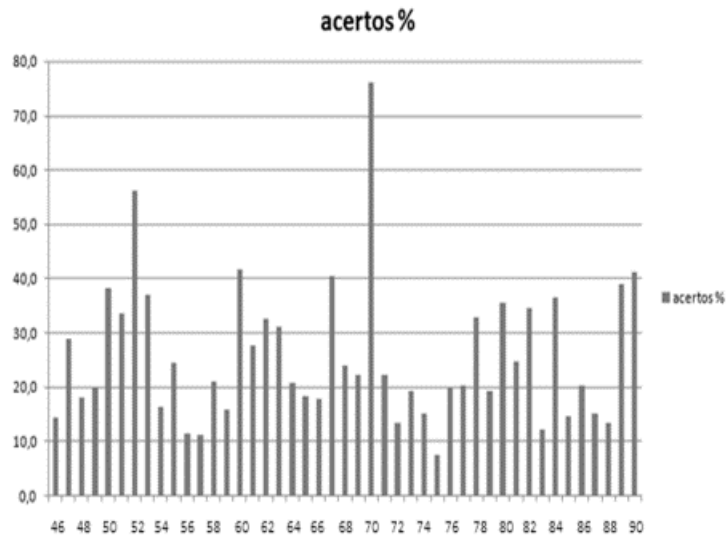
- Há uma distribuição aproximadamente equitativa quanto ao número de questões destinadas a cada componente curricular
-
-

Classificação dos itens de Física 2013 Habilidades, competências e outros parâmetros

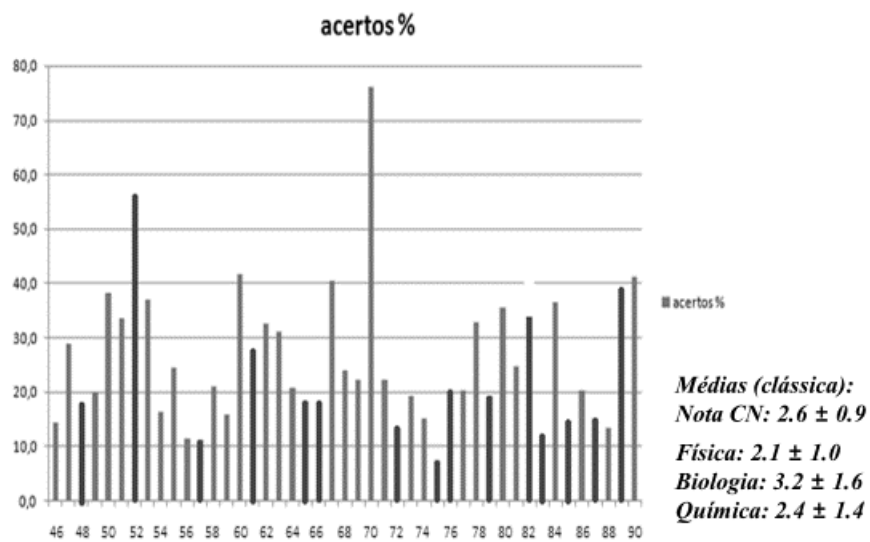
Número	Gabarito	Competência	Habilidade	Obj. Conhec	Anal/Conc	Exige cont?	Lembrete
48	E	C6	H21	O7	C	Não	GARRAFA BRANCA E PRETA
52	E	C1	H1	O6	C	Sim	INTERFERÊNCIA EM AVIÕES
57	A	C1	H3	O2	C	Sim	FUROS GARRAFA PET
61	C	C5	H18	O2	A	Sim	CADEIRA DE RODAS ELEVADOR
65	C	C1	H1	O6	A	Sim	ONDA HUMANA
66	A	C2	H6	O2	C	Sim	SERRA AÇOUQUE
72	E	C2	H6	O5	C	Sim	VOLTÍMETRO AMPERÍMETRO
75	E	C2	H5	O5	A	Sim	CHUVEIRO
76	C	C1	H3	O2	C	Sim	ATRITO NOS PÉS
79	D	C1	H3	O5	C	Não	FLUIDO ELÉTRICO
82	A	C1	H1	O6	C	Sim	DÓ CENTRAL
83	D	C2	H5	O5	A	Sim	VOLTÍMETRO PONTE
85	A	C6	H21	O5	A	Sim	FORÇA MAGNÉTICA FECHADURA
87	B	C5	H17	O2	C	Sim	GRÁFICO FORÇA RESULTANTE
89	B	C6	H23	O7	C	Sim	AQUECEDORES SOLARES

- identificação das **habilidades** e **competências** de cada um dos itens, e do **objeto de conhecimento**;
 - classificação segundo característica **analítica ou conceitual** e **exigência ou não conteúdo específico** para sua resolução.
-

Percentual de acertos de CN em 2013



Percentual de acertos de Física em 2013



Elementos da análise:

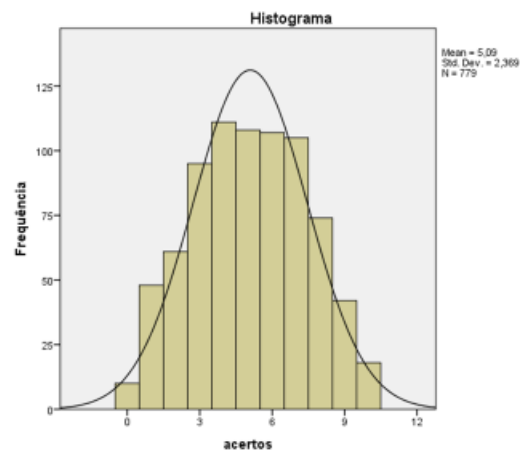
- o texto da questão
- o percentual de escolha das alternativas
- o percentual de acertos
- a curva característica dos itens



Exemplo de construção de CCI empírica

prova de física básica da UFRJ, 2015/1

*distribuição das notas
dos alunos*

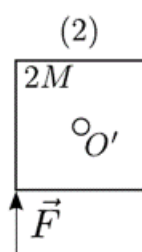
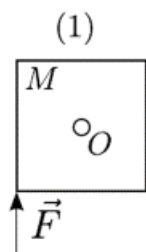


percentual de acertos em cada uma das questões da prova

Prova de Física 1	Frequência de acertos
Questão 1	38,3%
Questão 2	61,5%
Questão 3	63,8%
Questão 4	40,9%
Questão 5	65,9%
Questão 6	24,0%
Questão 7	48,0%
Questão 8	73,6%
Questão 9	52,6%
Questão 10	40,6%

uma das questões

8. Duas chapas quadradas (1) e (2) de lados iguais têm massas M e $2M$, respectivamente, e estão presas em uma parede vertical pelos seus centros O e O' , em pinos em torno dos quais podem girar sem atrito. Aplica-se em cada uma delas uma mesma força \vec{F} , vertical de baixo para cima, como mostra a figura. A opção que correlaciona os módulos de seus torques τ_1 e τ_2 e suas acelerações angulares α_1 e α_2 imediatamente após a aplicação de \vec{F} é

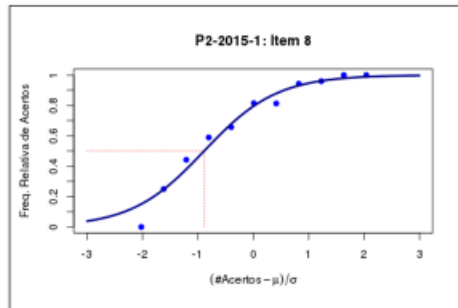
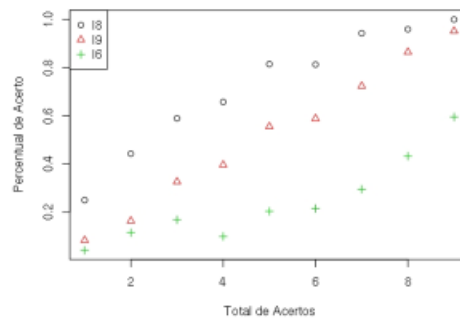


- (a) $\tau_1 = \tau_2$; $\alpha_1 > \alpha_2$
(b) $\tau_1 = \tau_2$; $\alpha_1 = \alpha_2$
(c) $\tau_1 = \tau_2$; $\alpha_1 < \alpha_2$
(d) $\tau_1 > \tau_2$; $\alpha_1 > \alpha_2$
(e) $\tau_1 < \tau_2$; $\alpha_1 = \alpha_2$

Questão 8

Total de acertos	Frequência de acertos
0	0,0%
1	25,0%
2	44,3%
3	58,9%
4	65,8%
5	81,5%
6	81,3%
7	94,3%
8	95,9%
9	100%
10	100%

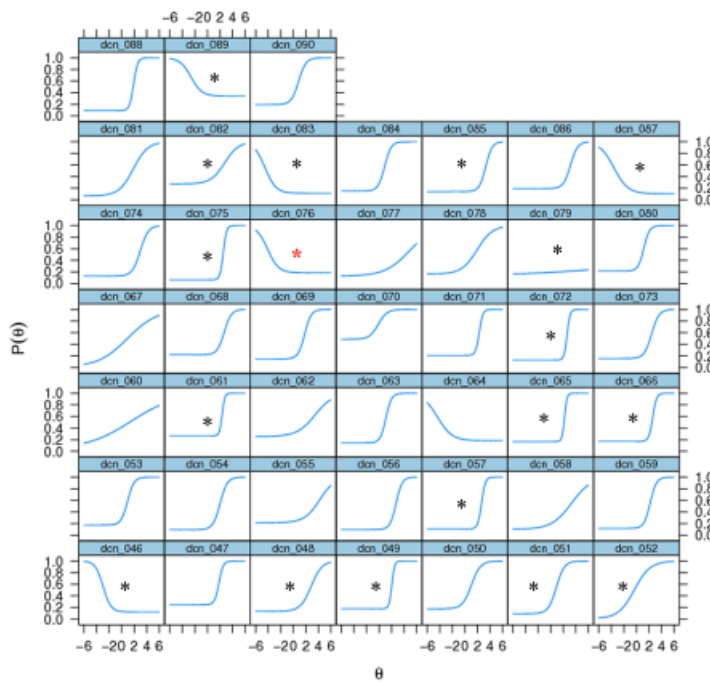
Curva Característica Empírica



Questões de Física

- 46
- 48
- 49
- 51
- 52
- 57
- 61
- 65
- 66
- 72
- 75
- 76
- 79
- 82
- 83
- 85
- 87
- 89

Curvas Características dos Itens (CN2013–prova azul)



Prova de CN 2013 / Azul / Questão 76

QUESTÃO 76

Uma pessoa necessita da força de atrito em seus pés para se deslocar sobre uma superfície. Logo, uma pessoa que sobe uma rampa em linha reta será auxiliada pela força de atrito exercida pelo chão em seus pés.

Em relação ao movimento dessa pessoa, quais são a direção e o sentido da força de atrito mencionada no texto?

- A Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- B Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- C Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- D Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- E Vertical e sentido para cima.

Questão 76

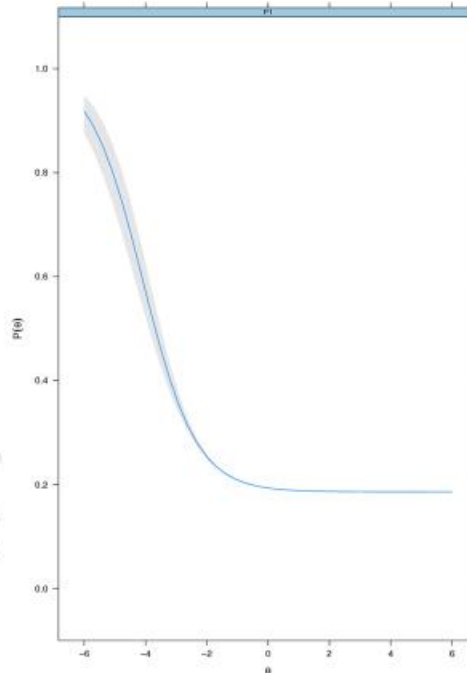
Resolução

- A força de contato entre o plano e o pé da pessoa pode ser decomposta em duas forças ortogonais entre si que atuam de forma paralela e perpendicular ao plano.
- A força de atrito corresponde à componente paralela à superfície de contato, agindo no sentido contrário à tendência do deslizamento entre o pé e o plano (para trás); logo a força de atrito no pé apontará para frente, ou seja, terá o mesmo sentido do movimento do corpo.
- *(a questão trata o corpo como uma partícula?)*

Percentual & CCI

RESPOSTAS	PERCENTUAL
Branco	0,2
Nulos	0,2
A	16,7
B	30,1
C	19,9
D	14,3
E	18,7
Total	100,0

- A Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- B Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- C Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- D Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- E Vertical e sentido para cima.



Discussão qualitativa do item

- Existem várias críticas a essa questão; segundo Lang, “o texto deveria informar se a velocidade é ou não constante, pois sem essa informação é impossível precisar o sentido da força”.

“Se a velocidade for variável, a aceleração em um dado momento pode ser orientada rampa acima ou rampa abaixo. (...) Portanto para que a resposta seja (C - Paralela ao plano e no mesmo sentido do movimento) o enunciado deveria especificar ou que a velocidade é constante ou que a aceleração da pessoa tem orientação rampa acima.”

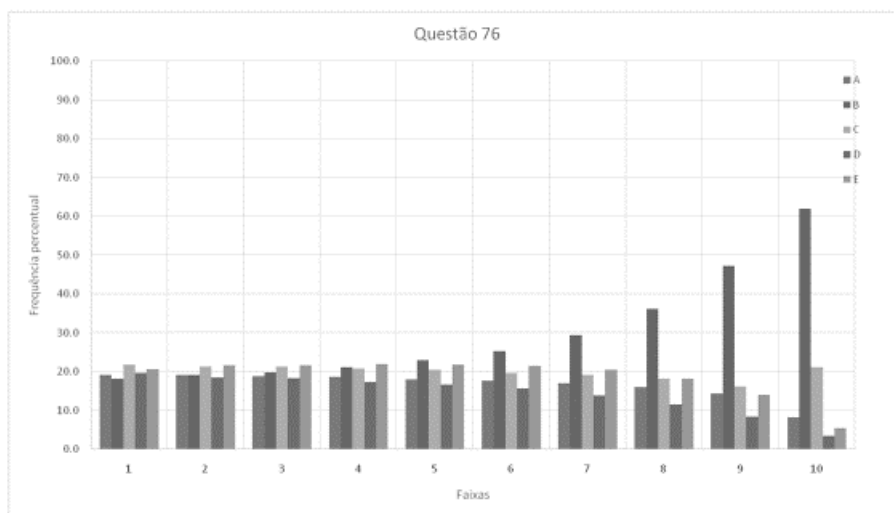
(Lang, F / 2014)

- No entanto, no ato de andar a força de atrito será a favor do movimento independente do sentido da força resultante aplicada ao corpo, que em uma análise mais rigorosa não pode ser considerado como um ponto material.

Discussão qualitativa do item

- Muitos alunos acreditam que as forças de atrito, sejam elas estáticas ou cinéticas, são sempre contrárias ao sentido do movimento de um corpo. Essa ideia não surgiu espontaneamente para o aluno em seu cotidiano; ela foi construída de forma **incorreta** no processo de aprendizagem, a partir da compreensão do aluno do discurso dos professores e de livros didáticos (que não se preocupam devidamente com os conceitos e realizam uma transposição didática simplista e inadequada).
 - “Na maioria dos livros utilizados no ensino médio declara-se que uma força de atrito cinética se opõe ao sentido do movimento, sem especificar o referencial no qual é definido esse movimento: no melhor dos casos os autores eventualmente falam em termos de movimento relativo das superfícies em contato, mas os exemplos e exercícios resolvidos propostos são tais que o objeto estudado desloca-se, no referencial estudado, em uma superfície considerada fixa; assim o movimento relativo e o movimento do objeto no referencial considerado são idênticos.” (CALDAS, H 1999)

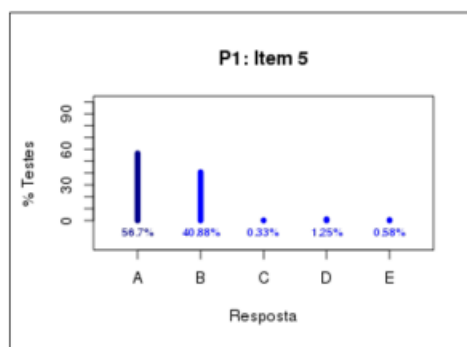
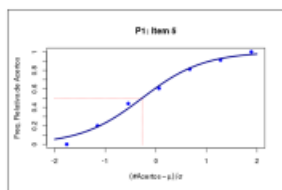
Distribuição por faixas / Diagnóstico



- A opção mais marcada apresentava no texto um fragmento que afirmava que a força de atrito tinha sua direção “*paralela ao plano e no sentido contrário ao movimento*”.
- Os distratores A e B tiveram frequências de marcação próximas; isso indica que os alunos não perceberam a diferença entre **perpendicular e paralelo**.
- A CCI tem inclinação negativa; alunos de baixa aptidão têm mais chances de acertar essa questão que alunos de maior aptidão.
- Esse é um grande indicador de que esse tema é aprendido de forma errônea. Os alunos com melhores escores **APRENDEM** que o atrito é **sempre CONTRÁRIO AO MOVIMENTO** (Caldas, 1999).

Física I – 2017/1 – UFRJ
1201 estudantes, 6 questões (2.9 ± 1.6)

5. Uma pessoa caminha, subindo um plano inclinado, com velocidade constante. Só atuam sobre a pessoa as forças peso, normal e a de atrito que o plano inclinado exerce sobre ela. É correto afirmar que a força de atrito que o plano exerce sobre o pé da pessoa:
- É paralela ao plano, no sentido da velocidade da pessoa.
 - É paralela ao plano, no sentido contrário ao da velocidade da pessoa.
 - É perpendicular ao plano, no sentido da força normal.
 - É perpendicular ao plano, no sentido contrário ao da força normal.
 - Tem a mesma direção mas sentido contrário ao da força peso.



Frequências Relativas das Respostas



TOTAIS	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
	56.70%	40.88%	0.33%	1.25%	0.58%

Acertos	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
0	0.00%	89.61%	1.30%	5.19%	2.60%
1	20.10%	75.77%	1.03%	2.58%	0.52%
2	44.09%	53.15%	0.39%	1.57%	0.79%
3	60.50%	37.82%	0.00%	0.42%	0.84%
4	81.28%	17.73%	0.00%	0.49%	0.00%
5	91.19%	8.81%	0.00%	0.00%	0.00%
6	100.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%



Aplicação aos alunos do CP2

- questão aplicada a alunos do Colégio Pedro II (para identificar o tipo de raciocínio usado na resolução)

	COLÉGIO PEDRO II – DEPARTAMENTO DE FÍSICA	
	PESQUISA EM APRENDIZAGEM EM FÍSICA	
	RIO DE JANEIRO, DE DE 2017	
PROFESSOR:	TURMA:	CAMPUS:

Caro aluno,

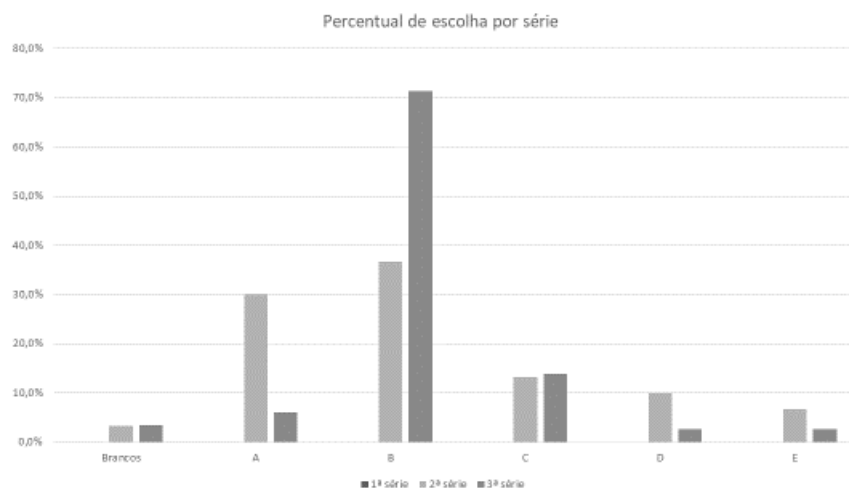
Solicitamos a você que nos ajude a entender melhor como você está aprendendo física. Para isso, pedimos que você resolva as duas questões apresentadas a seguir (da prova de Ciências da Natureza do Enem). Ao escolher a alternativa, escreva uma justificativa (com suas palavras, cálculos, esquemas ou desenhos) que nos permita entender o porquê de sua escolha. Caso você não saiba explicar, escreva simplesmente "não sei".

Agradecemos muito a colaboração.

Números do CP2

		ESCOLHA							Total
		branco	A	B	C	D	E	TOTAL	
SÉRIE	1	Nº de alunos	0	0	0	0	0	0	0
		%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	2	Nº de alunos	1	9	11	4	3	2	30
		%	3,3%	30,0%	36,7%	13,3%	10,0%	6,7%	100,0%
	3	Nº de alunos	4	7	82	16	3	3	115
		%	3,5%	6,1%	71,3%	13,9%	2,6%	2,6%	100,0%
Total		Nº de alunos	5	16	93	20	6	5	145
		%	3,4%	11,0%	64,1%	13,8%	4,1%	3,4%	100,0%

Números do CP2



Categorização das respostas

Escolha	Justificativa	Observação	formato justif.	Caract. Diagrama	Caract. Texto	Sobre o diagrama	Sobre a Fat
B	O atrito age paralelamente a pessoa ou objeto e impulsionando-o, ou seja, age contrariamente ao movimento fazendo com que o objeto/pessoa se desloque para frente.	a força "impulsiona" o movimento mas é contrário.	Text		SC		Cont
B		atrito paralelo e contrário	Diag	Fat		FE	Cont
B		atrito paralelo e contrário	Diag	Fat		FE	Cont
B		diagrama de forças incorreto, força paralelo e no mesmo sentido do movimento	Diag	DF		FE	Fav
B		atrito paralelo e contrário	Diag	DF		inc	Cont
B		atrito paralelo e contrário	Diag	Fat		inc	Cont
B	B (riscado)	diagrama de forças incorreto, atrito paralelo e no mesmo sentido do movimento	Diag	DF		NPI	Fav
branco				NA	NA		
C	O movimento de uma pessoa é realizado através da força feita pelos pés dessa pessoa no chão / superfície. Aplicando uma força pra trás com os pés, a superfície reage realizando uma força para frente, ambas paralelas a superfície. A força de atrito é exercidas pelos pés, portanto é paralelo ao plano e no mesmo sentido.	explicação correta	Text		EC		Fav



5. O Enem e a Teoria da Resposta ao Item

A metodologia utilizada pelo ENEM (para obtenção do escore do estudante e análise das questões) é a Teoria da Resposta ao Item.

Esta metodologia vem sendo largamente utilizada, no mundo, desde a década de 70/80, quando tem início a utilização em larga escala de computadores e torna-se mais comum a realização de ajustes matemáticos para modelos.

É a metodologia utilizada pelo PISA e pelo SAEB.

O Enem utiliza o modelo logístico de 3 parâmetros (3PL) da Teoria da Resposta ao Item

psicometria: a medida em ciências sociais (psicologia)

- modelos da psicometria:

TCT – Teoria Clássica dos Testes

o resultado final é a soma das respostas dadas a uma série de itens (fornecendo um escore total); se um teste tem 30 itens (questões), e 1=certo, 0=errado, e há 20 certos, o escore é 20; o foco é o comportamento, ou escore, num teste, constituído de um conjunto de comportamentos

TRI – Teoria da Resposta ao Item

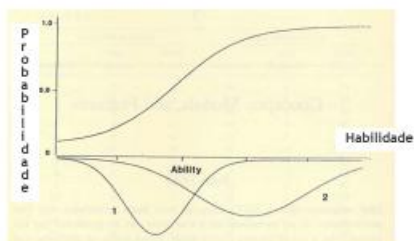
não há interesse num escore total, diretamente; o que se quer saber é a probabilidade de acerto de cada item individualmente, e quais os fatores que afetam esta probabilidade

A TRI – Teoria da Resposta ao Item

dois postulados básicos:

- (a) o desempenho num item do teste pode ser prevista (ou explicada) por um conjunto de fatores denominados traços, traços latentes, ou habilidades;
- (b) a relação entre o desempenho em um item e o conjunto de traços que permitem este desempenho no item pode ser descrita pela uma função monotonamente crescente denominada função característica do item ou curva característica do item (ICC, item characteristic curve)

A curva característica do item especifica que à medida que a **habilidade** aumenta, a probabilidade de resposta correta a um item aumenta.



Suposições da TRI

- Unidimensionalidade
 - Traço dominante
- Independência local
 - Desempenho em um item depende apenas da relação entre habilidade da pessoa e a dificuldade do item
 - Consequência: a probabilidade de um determinado padrão de respostas é igual ao produto das probabilidades de cada item
- A unidimensionalidade é uma garantia da independência local
- Existem modelos de TRI multidimensionais!

Principais vantagens sobre a Teoria Clássica dos Testes:

- Falseabilidade
 - Invariância dos parâmetros de habilidade e dos itens
-

Suposições da TRI

- Unidimensionalidade
 - Traço dominante
- Independência local
 - Desempenho em um item depende apenas da relação entre habilidade da pessoa e a dificuldade do item
 - Consequência: a probabilidade de um determinado padrão de respostas é igual ao produto das probabilidades de cada item
- A unidimensionalidade é uma garantia da independência local
- Existem modelos de TRI multidimensionais!

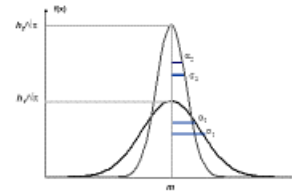
Principais vantagens sobre a Teoria Clássica dos Testes:

- Falseabilidade
 - Invariância dos parâmetros de habilidade e dos itens
-

$$P(-1;1) = 0.683$$

$$P(-2;2) = 0.954$$

$$P(-3;3) = 0.997$$



A média é normalizada em 500 pontos, e o desvio padrão é normalizado para 100 pontos (em 2009):

68,3% das notas estão entre 400 e 600 pontos (1 desvio padrão em torno da média);

95,4% das notas estão entre 300 e 700 pontos (2 desvios padrão em torno da média);

99,7% das notas estão entre 200 e 800 pontos (3 desvios padrão em torno da média).

Enem e TRI

- O Enem utiliza o modelo logístico de 3 parâmetros (3PL)

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{\exp [a_i(\theta - b_i)]}{1 + \exp [a_i(\theta - b_i)]}$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$P_i(\theta)$ é a probabilidade de uma pessoa de habilidade θ responder corretamente o item i

a_i é o parâmetro de discriminação do item i

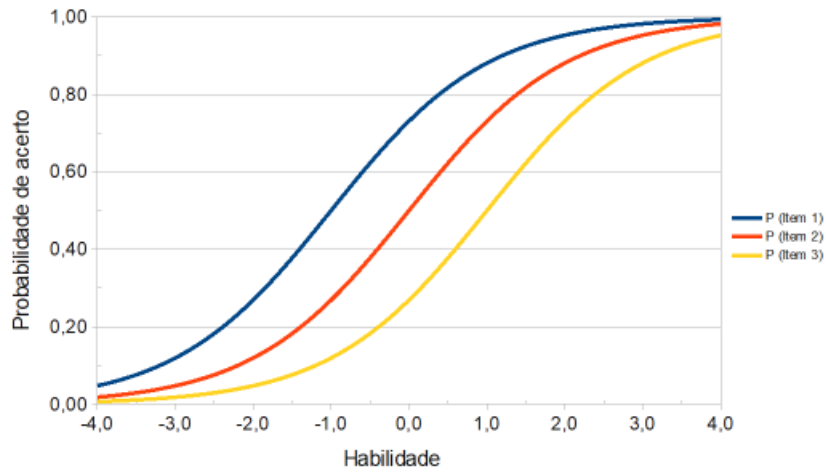
b_i é o parâmetro de dificuldade do item i

c_i é o parâmetro de acerto casual ('chute')

n é o número de itens do teste

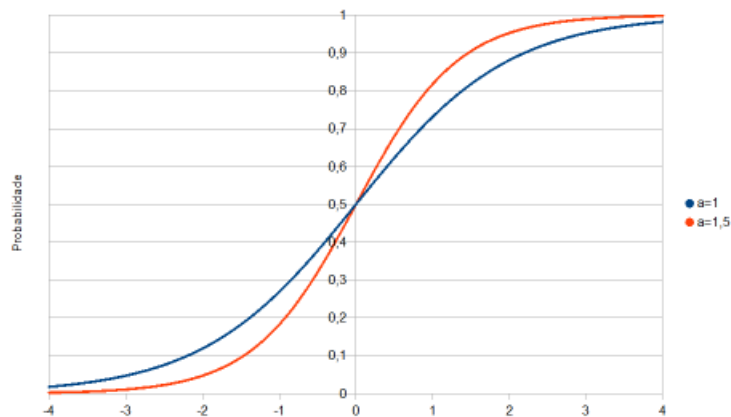
A nota do Enem é padronizada (2009): média de 500 e desvio padrão 100

Parâmetro de Dificuldade



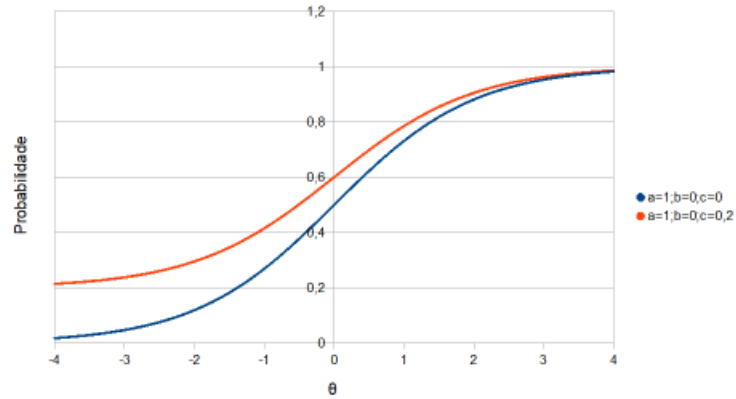
- Parâmetro de dificuldade (b): quão fácil ou difícil é o item em relação aos candidatos. Identificado pelo ponto de inflexão da curva.

Discriminação



- Parâmetro de discriminação (a): representa quão bem o item diferencia os candidatos. Proporcional à tangente no ponto de inflexão da curva

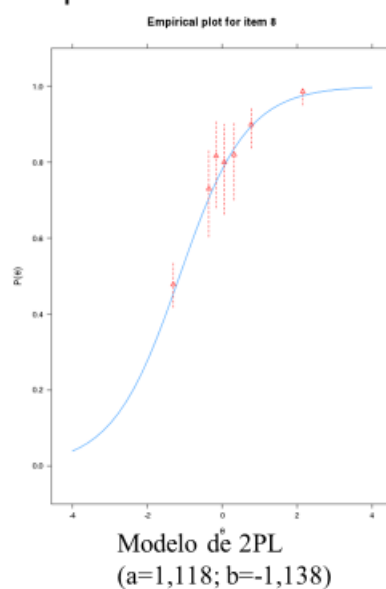
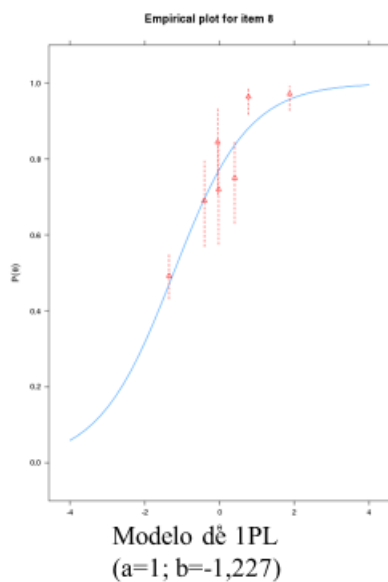
“Chute”



- Parâmetro de acerto casual ou “chute” (c) : representa a probabilidade mínima de um candidato acertar o item, mesmo tendo baixíssima habilidade.

Qualidade do ajuste

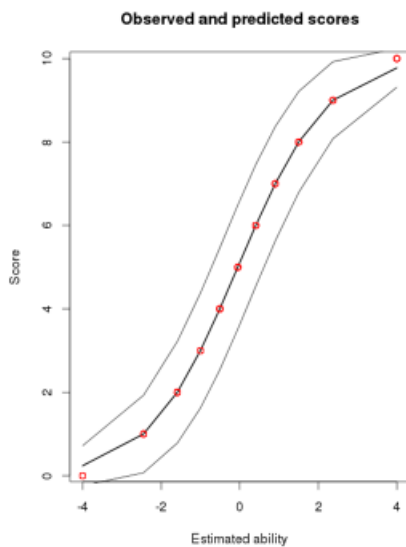
- Gráfico CCI estimada e dados experimentais



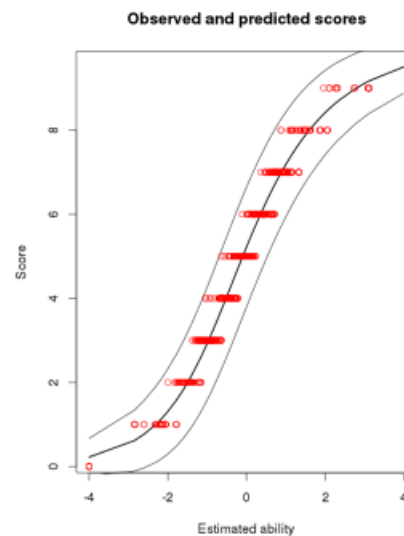
Estimando a nota da TRI

- Enem possui banco de itens calibrados
- Os parâmetros dos itens já são conhecidos (pré-teste)
- Vamos ver como funciona na planilha!
- De modo geral, ao acrescentarmos itens a um teste, maior a precisão da estimativa da habilidade

Estimando a nota na TRI



Modelo de 1PL



Modelo de 2PL

Enem e TRI

- O Enem utiliza o modelo 3PL
- A nota é padronizada para uma média de 500 e desvio padrão 100
 - Até agora usamos a média padronizada 0 e o desvio padrão 1
- Qual é a média de acertos da prova de Ciências da Natureza de 2009 a 2013?
 - **Cerca de 15 questões de um total de 45!!!!**
 - 15 acertos corresponde a uma nota de 500 no Enem!
 - Nota mínima: ~ 263,3 (nenhum acerto)
 - Nota máxima: ~ 903,2 (45 acertos)

Dúvidas comuns a respeito da nota do Enem

- A nota média é 500. O que significa esta nota média 500?
 - A nota mínima é 0?
 - A nota máxima é 1000?
 - Questões “mais difíceis” possuem “peso” maior?
 - Vocês têm alguma outra pergunta?
-

análises desenvolvidas por:

Bruno Rinaldi – profbrunorinaldi@gmail.com

José Christian Lopes – jose_christian@cp2.g12.br

Gustavo Rubini – gustavorubini@if.ufrj.br

Marcelo Shoey Massunaga – shoey@uenf.br

Marta Feijó Barroso – marta@if.ufrj.br

Obrigado pela atenção.

Planilha

Estudos dos Resultados do ENEM		
Alunos	E-mail	10/07/17
Alexander Fidelis da Silva	fidelis.chemistry@gmail.com	F
Anderson José da Fonseca (?)	fonsecanderson@yahoo.com.br	F
Andriele Ferreira Muri Leite (?)	andrielemuri@yahoo.com.br	F
Caio de Carvalho Siqueira OL.	caiocsiqueira13@gmail.com	CS
Caius Lao de Oliveira	caius@poli.ufrj.br	F
Daniele Santos de Sousa OK.	danisantos.sousa@gmail.com	F
Eduardo André Rego Moreira da Gama ?	dudufisica@gmail.com	F
Eduardo Folco Capossoli ?	eduardo_capossoli@cp2.g12.br	F
Elizabeth Castanheira	pedagogico2.ipa@notredame.org.br	F
Fabiano Quintino dos Santos	fquintino@yahoo.com.br	F
Felipe Martins Silva OK.	felipems04@gmail.com	F
Gustavo dos Santos Vicente OK.	gustavosvicente@gmail.com	F
Gustavo Verçosa de Lima Alves	gutovercosa@gmail.com	F
João Pedro Gomes Pinheiro	jppinheiro171@gmail.com	F
José Carlos Maia de Souza OK.	profmaiafisica@gmail.com	F
José Miranda da Rocha	josemirandarocha@gmail.com	F
Layla Costa da Silva ?	laylafisica@gmail.com	F
Luciana e Sá Alves	luciana-sa@bol.com.br	F
Marcelo Vilela da Silva OK.	marcelovilelasilva@gmail.com	F
Marcos Moura ?	roadiemarcos@yahoo.com.br	F
Maria Cristina Ferreira Martins	vidamartins@Gmail.com	F
Maria de Lourdes R. de A. Jeanrenaud	loujeanrenaud@yahoo.com.br	F
Matheus Silva Soares OK.	ms.matheus460@gmail.com	F
Murilo de Freitas Magalhães	murilomagalhaes1977@gmail.com	F
Pedro de Paula Terra	pedro.terra@cp2.g12.br	F
Renan de Souza Rosa OK.	Renandesouza2@gmail.com	F
Ricardo Fagundes Freitas da Cunha ?	ricardocunha@if.ufrj.br	F
Rodrigo Santana Jordão OK.	jordaors1@gmail.com	F
Rojans Coqueiro Rodrigues ?	rojans.rodrigues@gmail.com	F
Sergio Tobias da Silva	sergio_tobias@globo.com	F
Victor Santos Cavalcante de Amorim OK.	victor.srms@fisica.if.uff.br	F