

Eixo-temático: Avaliação em Matemática (E2)

HABILIDADES E COMPETÊNCIAS DE MATEMÁTICA NAS ORIENTAÇÕES EDUCACIONAIS COMPLEMENTARES AOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCNEM+) E NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO: SIMILARIDADES E DIFERENÇAS

José Luciano Santinho Lima - Doutorando -UNESP - Bauru (santinho33@hotmail.com)
Nelson Antonio Pirola - UNESP - Bauru (npirola@fc.unesp.br)

Resumo

As orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM+) buscam pontuar as competências e habilidades a serem desenvolvidas em Matemática, assim como as Matrizes de Referência do novo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Nesse estudo serão analisadas as similaridades e diferenças entre esses dois documentos em relação às competências e habilidades, comprovadas através de alguns itens extraídos da avaliação nacional. Cada uma das três competências listadas pelos PCNEM+ (representação e comunicação, investigação e compreensão, além de contextualização sociocultural) serão esmiuçadas detalhadamente, inclusive no aspecto da contextualização, pela sua importância, já que junto à interdisciplinaridade compõe os dois pilares pedagógico-educacionais do Exame Nacional. Algumas habilidades não podem ser aferidas pela avaliação do INEP, pois pressupõe recursos ou procedimentos específicos, cuja solução deve ser dissertativa, não cabendo a uma prova de múltipla escolha. Isso ocorre, por exemplo, com o manejo de instrumentos de desenho geométrico, tais como régua, compasso, esquadro, transferidor, entre outros. Baseados em outras pesquisas, notaremos que a matriz de referência do novo ENEM é muito concentrada em determinados assuntos, relegando a segundo plano vários assuntos importantes introduzidos aos alunos no ensino médio, tais como determinantes, números complexos, polinômios, progressão geométrica, função modular, entre outros. Conclui-se que, apesar de não ser a avaliação ideal (o que seria demasiadamente utópico), o ENEM possui uma estrutura e uma proposta bastante plausível, com mais pontos comuns do que diferenças na comparação com as competências e habilidades dos PCNEM+, muito embora esse último abranja uma proposta mais consistente e se preze melhor a preparar o aluno para prosseguir seus estudos a nível superior ou inserir-se com mais conteúdo no mercado de trabalho.

Palavras-chave: Currículo. Avaliação de larga escala. Ensino de Matemática. PCNEM+. ENEM.

Introdução

Concebido em 2000, os atuais Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) foram completados em 2005 por um documento intitulado

Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM+), conservando as três competências do PCNEM original, mas detalhando com mais apuro cada uma das suas habilidades. O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), avaliação brasileira de larga escala mais abrangente para alunos do ensino médio, foi aplicada pela primeira vez em 1998 e em 2009 também sofreu uma transformação em sua matriz de referência, passando a ser denominado de "novo ENEM", embora ainda conserve os princípios pedagógicos e epistemológicos concebidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (INEP).

Uma discussão frequente no ambiente educacional centraliza-se na necessidade de aproximar as avaliações de larga escala e a avaliação escolar. São elaborados em todo território nacional um sem-número de materiais didáticos baseados nas provas de larga escala ou de vestibulares, relegando a aprendizagem a segundo plano, e por vezes desprezando os PCNEM, em vista do êxito nas provas vestibulares ou no Exame Nacional, única porta de entrada de quase todas as universidades federais. Para elaborar uma avaliação sobre determinado assunto, o docente deve ter preocupação em atender às prerrogativas dos Parâmetros Curriculares Nacionais e às Orientações Complementares, incentivar o desenvolvimento das habilidades por ele elencadas, além de estar focado nas habilidades listadas pelo novo ENEM, avaliação de interesse dos alunos desse nível escolar.

Analisando essa questão, surge uma questão perturbadora: a prova do ENEM atende às expectativas curriculares de matemática propostas nos PCNEM+, já que influencia a composição do currículo de inúmeras escolas brasileiras?

O objetivo de nosso estudo é analisar as similaridades e diferenças entre as habilidades e competências a serem desenvolvidas sob a ótica dos PCNEM+ e do ENEM, exemplificando com alguns itens apresentados em edições da prova nacional e o quanto eles se encaixam nas perspectivas enunciadas pelos PCNEM+.

PCNEM+: habilidades e competências de Matemática confrontadas com as matrizes de referência do novo ENEM

Estruturalmente, a coluna dorsal da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias dos PCNEM+ é subdividida em três competências principais:

- Representação e comunicação

- Investigação e compreensão
- Contextualização sociocultural

Analisaremos cada uma dessas competências, subdivididas em habilidades, de forma detalhada, confrontando com a proposta do novo ENEM.

Representação e comunicação

Essa competência se subdivide em cinco ramificações, as três primeiras sob um viés forte de contextualização, e as duas últimas mais subjetivas e analíticas, cuja participação em provas de múltipla escolha não tem razão de ser:

- 1 - Símbolos, códigos e nomenclaturas de ciência e tecnologia
- 2 - Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia
- 3 - Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia
- 4 - Elaboração de comunicações
- 5 - Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia

A primeira sugere o reconhecimento e emprego de simbologia e linguagens próprias da matemática, também objetivo da habilidade 1 do novo ENEM. Surgem as primeiras referências a assuntos específicos do ensino médio, ainda que sob a efígie de exemplificação: porcentagens (3º assunto mais pedido no ENEM, tanto de 1998-2008 quanto no novo ENEM, de 2009 a 2012), potências, escritas numéricas e variáveis em fórmulas (esse último aspecto notadamente próximo de funções). Além disso, menciona ligeiramente a conversão de unidades, mote de inúmeros itens da prova nacional.

A segunda habilidade contempla não só a apresentação de dados com o auxílio de linguagens singulares da matemática, mas sua representação, incluindo tabelas, gráficos, esquemas, diagramas, fórmulas, equações, entre outros. Talvez seja uma das habilidades mais próximas do Exame Nacional, preocupado com a interpretação e discussão de dados veiculados em situações cotidianas. Pontua também a capacidade de

compreender dados e suas formas de representação, dentre os três tipos básicos: tabelas, gráficos e equações.

A terceira subdivisão dessa competência é centrada na contextualização, mas não diretamente relacionada às habilidades do ENEM. Trata da leitura e interpretações especificamente textuais, num sentido compreensivo e reflexivo, a partir de uma análise matemática. Observa-se com muita frequência o emprego de notícias, informações científicas ou fragmentos informativos retirados dos meios de comunicação ou até mesmo de manuais técnicos em itens do ENEM, em itens semicontextualizados ou contextualizados (conforme classificação apresentada por Lima, 2011, p.68-82). No entanto, sempre estão associadas à resolução de problemas.

O subitem "Elaboração de comunicações" traz em questão a necessidade da elaboração de textos expressos com clareza por parte do educando, além da comunicação oral a fim de expressar-se objetivamente, quer seja questionando, debatendo ou respondendo sobre determinado assunto. Esse aspecto não consta das habilidades do ENEM, prova exclusivamente de múltipla escolha em Matemática.

Da mesma forma se posiciona a quinta e última seção, voltada à discussão e argumentação de temas de ciência e tecnologia, que estão presentes no ENEM, mas não com o viés crítico demarcado nessa habilidade. Não é possível argumentar ou discutir nenhum assunto se a prova cobra o assinalamento de uma alternativa de um teste de múltipla escolha.

Investigação e compreensão

Essa segunda competência proposta pelo PCNEM+ também se subdivide em cinco habilidades, algumas mais ligadas ao Exame Nacional e outras indiretamente permeadas em habilidades específicas. São elas:

- 1 - Estratégias para enfrentamento de situações-problema
- 2 - Interações, relações e funções invariantes e transformações
- 3 - Medidas, quantificações, grandezas e escalas
- 4 - Modelos explicativos e representativos
- 5 - Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas

É evidente que a primeira habilidade tem uma estreita correlação com a matriz de referência do novo ENEM, pois em suas 7 competências insere habilidades contendo o texto "Resolver situações-problema envolvendo/com..." (INEP, 2014, p.5-7). Todos os documentos baseados na prova nacional deixam bem claro a importância da resolução de problemas no ensino de Matemática. Nessa seção, os PCNEM+ mencionam vários assuntos, tais como: semelhança de figuras, trigonometria, geometria analítica, análise combinatória, estatística, geometria espacial, funções e gráficos. Incentiva a busca por estratégias para a resolução do problema e para enfrentar o problema, insinuando o emprego de ideias construtivistas, nesse caso mais adequadas em itens dissertativos, e não de múltipla escolha. O item 173 da prova amarela do ENEM 2011 ilustra essa habilidade:

A cor de uma estrela tem relação com a temperatura em sua superfície. Estrelas não muito quentes (cerca de 3.000 K) nos parecem avermelhadas. Já as estrelas amarelas, como o Sol, possuem temperatura em torno dos 6.000 K; as mais quentes são brancas ou azuis porque sua temperatura fica acima dos 10.000 K. A tabela apresenta uma classificação espectral e outros dados para as estrelas dessas classes.

Inserir tabela 1

Se tomarmos uma estrela que tenha temperatura 5 vezes maior que a temperatura do Sol, qual será a ordem de grandeza de sua luminosidade?

- a) 20.000 vezes a luminosidade do Sol.
- b) 28.000 vezes a luminosidade do Sol.
- c) 28.850 vezes a luminosidade do Sol.
- d) 30.000 vezes a luminosidade do Sol.
- e) 50.000 vezes a luminosidade do Sol.

(BRASIL, 2013)

Considerando a habilidade seguinte, vislumbraremos as interações, relações e funções invariantes, além das transformações, cujo cerne se baseia na utilização de equações de funções, conectando variáveis entre si, buscando evitar ao máximo as fórmulas prontas e mecânicas. Novamente os PCNEM+ compartilham a mesma filosofia epistemológica do ENEM. A propriedade da soma dos termos equidistantes de uma progressão aritmética e a percepção do resultado constante são exemplificadas, argumentando ainda o benefício de se deduzir a partir daí a soma de um número finito de termos dessa sequência. Cita outros assuntos, tais como perímetro de circunferência, cilindro, cone, teorema de Pitágoras, sistemas lineares, além da relação fundamental da trigonometria, jamais abordada pelo exame nacional. Um exemplo de aplicação dessa habilidade pode ser observado no item 144 da prova amarela do ENEM-2013:

Uma fábrica de fórmicas produz placas quadradas de lados de medida igual a y centímetros. Essas placas são vendidas em caixas com N unidades e, na caixa, é especificada a área máxima S que pode ser coberta pelas N placas. Devido a uma demanda do mercado por placas maiores, a fábrica triplicou a medida dos lados de suas placas e conseguiu reuni-las em uma nova caixa, de tal forma que a área coberta S não fosse alterada. A quantidade X , de placas do novo modelo, em cada nova caixa será igual a:

- a) $N/9$ b) $N/6$ c) $N/3$ d) $3N$ e) $9N$

(BRASIL, 2013)

O terceiro tópico diz respeito às medidas, quantificações, grandezas e escalas, encarados pelo ENEM como um dos pilares da sua matriz de referência, configurando-se no assunto mais frequente dessa avaliação de larga escala. Um docente de ensino médio conhecedor das competências 3 e 4, englobando as habilidades H10 a H18, certamente elaborará suas avaliações considerando esses aspectos, se os assuntos tratados permitirem. É possível um sem número de possibilidades de itens, almejando correlações com o cotidiano, ou seja, empregando livremente os princípios de contextualização preconizados pelos documentos do Ministério de Educação e Cultura. Apesar disso, um subitem dessa habilidade nos PCNEM+ jamais poderá ser contemplado no exame nacional, pois reporta-se ao emprego de instrumentos de desenho geométrico, tais como régua, compasso, transferidor, esquadro, entre outros. Outro aspecto não cobrado pelo ENEM e aludido pelos PCNEM+ é o de compreender a necessidade e decidir qual a melhor representação de um mapa ou o melhor gráfico a ser esboçada para determinada situação. São pontuados alguns assuntos do ensino médio, tais como probabilidade, médias e porcentagem. A situação-problema abaixo, inclusa na prova do ENEM-2013, engloba essa habilidade.

A figura apresenta dois mapas, em que o estado do Rio de Janeiro é visto em diferentes escalas.

GRÁFICO 1

Há interesse em estimar o número de vezes que foi ampliada a área correspondente a esse estado no mapa do Brasil. Esse número é:

- a) menor que 10.
b) maior que 10 e menor que 20.
c) maior que 20 e menor que 30.
d) maior que 30 e menor que 40.
e) maior que 40.

(BRASIL, 2013)

A quarta habilidade faz referência à modelagem matemática, cabendo ao aluno reconhecer, utilizar, interpretar ou propor modelos matemáticos para situações-problema. Analisando-a detalhadamente constata-se que não caberia a uma prova de múltipla escolha de forma definitiva, pois a simples leitura do texto-base, do enunciado

ou das alternativas revelaria a modelagem empregada. Ainda assim, é evidente a ligação com a solução de itens do ENEM, pelo menos como ferramenta que pavimenta o caminho em direção à resolução. Gráficos, funções, estatística e geometria espacial são listados nesse tópico.

Por último os PCNEM+ atribuem considerável importância à interdisciplinaridade, uma das duas colunas do ENEM (pareando com contextualização). Inter-relaciona os mais diversos assuntos de Matemática entre si ou entre assuntos de outras disciplinas. Esse é um ponto espinhoso, já que estudando as provas do ENEM desde sua criação percebe-se certa carência no aspecto da interdisciplinaridade. Não é tarefa simples localizar um item que exige do aluno conhecimento de duas ou mais disciplinas. Na verdade, isso exigiria o emprego de mais de uma habilidade, o que desconfigura a proposta do MEC para o ENEM. O desafio para seus elaboradores consiste em criar um item com viés interdisciplinar ou interáreas sem prefigurar "multi-habilidades".

Contextualização sociocultural

A terceira e última competência elencada pelo PCNEM+ apresenta 4 ramificações:

- 1 - Ciência e tecnologia na história
- 2 - Ciência e tecnologia na cultura contemporânea
- 3 - Ciência e tecnologia na atualidade
- 4 - Ciência e tecnologia, ética e cidadania

Em relação à história, buscam-se vários objetivos: descoberta e compreensão dos conhecimentos matemáticos, inseridos em determinada época e transformando socialmente, politicamente ou economicamente a sociedade e as relações humanas, incluindo os avanços tecnológicos, sobretudo na concepção de novos maquinários e equipamentos, dos quais se destacam os computadores. Essas questões não são tratadas diretamente nos itens do ENEM, mas a qualquer momento podem ser empregadas, pois pressupõem interdisciplinaridade e contextualização.

Referindo-se à cultura contemporânea, os PCNEM+ enfronham-se na contextualização ao defender a importância da Matemática na arte, literatura, teatro,

música, arquitetura e publicidade, em suas mais diversificadas expressões. Esse ponto é amplamente explorado pelos elaboradores dos itens do ENEM.

A próxima habilidade traz em seu bojo um dos princípios básicos da contextualização: a ação e inter-relação da matemática com a ciência e tecnologia na atualidade. Cita a importância dos satélites e radares como instrumentos de localização, aceitando para a geometria, quer seja a euclidiana, analítica ou espacial, e até a trigonometria.

O aspecto final elencado nessa competência refere-se à ética e cidadania, esse último presente fortemente nos documentos do ENEM e do novo ENEM, mas assumindo nos PCNEM+ um papel ligado à responsabilidade social, tais como direitos do consumidor ou problemas de abastecimento de água, educação, saúde e lazer. Parecem questões relacionadas às ciências humanas e às biológicas, mas os Parâmetros Nacionais indicam a Matemática como agente ativo nessas questões, citando a estatística como exemplo. A competência 7 do novo ENEM engloba justamente esses assuntos, listando 4 habilidades voltadas à probabilidade e estatística. O item abaixo consta da prova do ENEM-2012 e exemplifica essa habilidade:

O gráfico apresenta o comportamento de emprego formal surgido, segundo o Caged, no período de janeiro de 2010 a outubro de 2010.

GRÁFICO 2

Disponível em: www.mte.gov.br. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

Com base no gráfico, o valor da parte inteira da mediana dos empregos formais surgidos no período é:

a) 212 952.

b) 229 913.

c) 240 621.

d) 255 496.

e) 298041

(BRASIL, 2013)

Não há uma explicação explícita do objetivo pelo qual se procura a mediana, o que de modo nenhuma indica desconexão com a realidade. Há estatisticamente motivos para se calcular as medidas de tendência central, no caso a mediana. Uma característica peculiar desse item da prova de 2012 é o fato de serem apresentados dados reais, como a temática atual sobre os empregos formais.

Algumas características do Novo Exame Nacional do Ensino Médio

A matriz de referência do novo ENEM (2009 até os dias atuais) é dividido em 7 competências, num total de 30 habilidades. O que salta aos olhos é a supervalorização da álgebra e da aritmética, em detrimento da geometria (incluindo a plana, espacial, analítica, de posição e a trigonometria), com apenas 4 habilidades contempladas (H6 a H9).

As avaliações desse período incorporaram melhor a ideia de uma prova para alunos da 3ª série do ensino médio, apresentando grau de dificuldade bem superior às primeiras provas criadas pelo INEP, no final dos anos 90. Ainda assim, boa parte do exame nacional pode ser resolvida com certa facilidade por um bom aluno egresso do ensino fundamental. Em decorrência da matriz de referência direcionada e "engessada", muitos assuntos próprios do ensino médio jamais foram e serão abordados, tais como determinantes, números complexos, polinômios, progressão geométrica, função modular, entre outros. Os PCNEM+, ao debater sobre as linguagens compartilhadas pelas ciências, cita a importância do emprego de logaritmos, outro assunto introduzido no ensino médio.

A explicitação de linguagens, usadas em comum por diferentes disciplinas científicas, permite ao aluno perceber sua universalidade e também distinguir especificidades desses usos. Um exemplo disso é o uso do logaritmo, operação que dá origem a funções matemáticas, mas que também é linguagem de representação em todas as ciências. (BRASIL, 2005, p.26)

A consideração é bastante relevante a nível pedagógico e perfeitamente aplicável na prática, mas não é assim que entendem os elaboradores da prova do ENEM. Os exemplos batidos e repetitivos (escala Richter, PH de uma substância, intensidade sonora, entre outros) parecem não seduzi-los ou incentivá-los a criar um item isento do lugar-comum de livros didáticos e apostilas, combatido veementemente pelo MEC. Assunto campeão desde a criação do vestibular da VUNESP, e terceiro mais cobrado na história da FUVEST (1977 a 2013), logaritmos foi cobrado apenas em uma oportunidade no exame nacional, na edição de 2011, versando sobre a Escala de Magnitude de Momento, em substituição à Escala Richter no que diz respeito à aferição de energia liberada por um terremoto.

Lima (2013) enumerou os 10 assuntos mais cobrados nas provas do ENEM, de 1998-2008 e de 2009-2012. É surpreendente a semelhança entre as duas listas, e o avanço dos itens de grandezas proporcionais, fenômeno justificável pela mudança na matriz de referência (competências 3 e 4), como vimos anteriormente. Outro as-

sunto que entrou para a lista foi estatística, impulsionado pela competência 7, que celebra a trilogia combinatória-probabilidade-estatística.

Conclusões

Há mais similaridades do que diferenças entre as habilidades e competências propostas pelos PCNEM+ e pelo novo ENEM. Pode-se constatar que esse último atende às demandas colocadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, no que é possível a uma prova de múltipla escolha, na qual não se permite discutir, argumentar, elaborar textos, criticar, desenhar ou esboçar gráficos, tabelas ou qualquer outra representação matemática.

Muitos pontos são bastante discutíveis, pois são amplos e abrangentes. Algumas competências presentes na matriz de referência do novo ENEM consideram alguns assuntos como primordiais para um estudante egresso do ensino médio (grandezas proporcionais, combinatória, probabilidade, estatística, como visto), o que não acontece nos PCNEM+. Reunindo todas as competências dos Parâmetros Curriculares Nacionais observa-se a formação de um indivíduo mais bem preparado para o mercado de trabalho ou para o prosseguimento dos estudos no ensino superior.

A discussão sobre as provas de larga escala é polêmica e não há consenso na direção de uma prova nacional ideal para os alunos egressos do ensino médio. Entendemos que ainda há muito a se discutir, mas são louváveis os esforços do INEP na elaboração, reestruturação e aperfeiçoamento do ENEM.

Referências bibliográficas

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília, 2013. 562p.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. 2.ed. Brasília, 2005. v. 2, 141 p..

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio - Parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. (. Brasília, DF, 2005, 58 p.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS. **Matriz de referência para o ENEM 2009**. Brasília, 2009. 26 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/index.php?Itemid=310+enen.br>>. Acesso em 1.jul.2014

_____. **Provas e Gabaritos do ENEM**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/enem/edicoes-antiores/provas-e-gabaritos>>. Acesso em 23.jun.2014

LIMA, J.L.S. **Contextualização e conteúdo das questões de matemática do ENEM e dos vestibulares da USP, UNICAMP e UFSCar**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências). Departamento de Matemática - Universidade de São Carlos, São Carlos: UFSCar, 2011. 146 p.

_____. Indicativos de melhoria na qualidade da educação ocasionada pelas alterações na prova de matemática do novo exame nacional do ensino médio. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO, 3.,2013, Gramado-RS. **Anais**. Gramado-RS: FAURGS, 2013.

Lista de gráficos

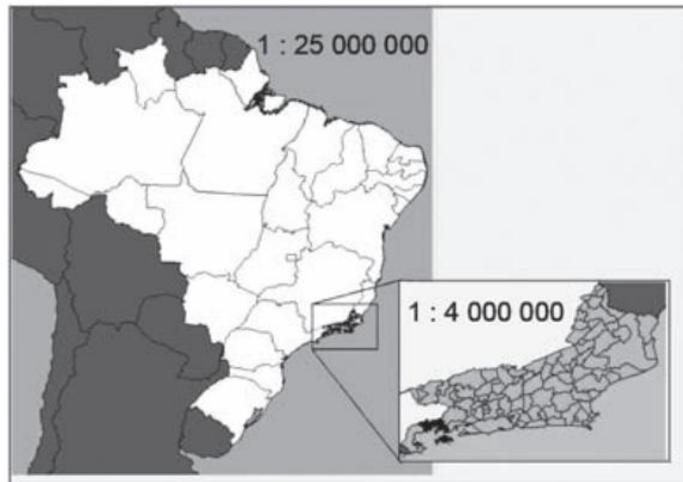
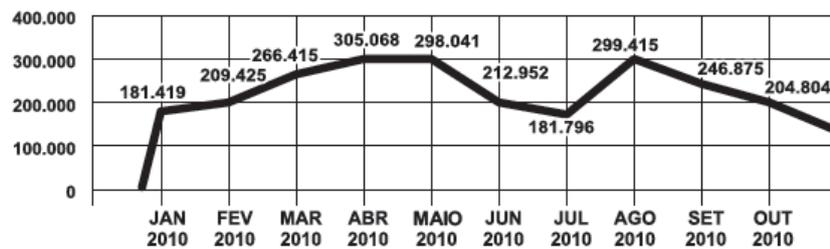


Gráfico 1 - Inclusa no item do ENEM 2012 (Dois mapas do Estado do Rio de Janeiro)

BRASIL - Comportamento do Emprego Formal no período de janeiro a outubro de 2010 - CAGED



Disponível em: www.mte.gov.br. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

Gráfico 2 - Inclusa no item do ENEM-2012 (Comportamento do emprego formal em 2010)

Estrelas da Sequência Principal

Classe Espectral	Temperatura	Luminosidade	Massa	Raio
O5	40 000	5×10^5	40	18
B0	28 000	2×10^4	18	7
A0	9 900	80	3	2,5
G2	5 770	1	1	1
M0	3 480	0,06	0,5	0,6

Temperatura em Kelvin.

Luminosidade, massa e raio, tomando o Sol como unidade.

Disponível em: <http://www.zenite.nu>. Acesso em: 1 maio 2010 (adaptado).

Tabela 1 - Inclusa no item 173 da prova amarela do ENEM-2011