

PARECER SOBRE A PROVA DO ENEM

Preliminarmente, alguns esclarecimentos sobre o que conseguimos fazer, em atendimento à solicitação da Congregação do IME de **“um laudo técnico para a prova do ENEM, explicitando o conteúdo de matemática do ensino médio observado”**.

Em primeiro lugar, entendemos que uma qualificação mais apropriada para este documento seria a de “parecer”, já que não somos especialistas em avaliação. Não nos propomos aqui a emitir algo tão definitivo quanto o que acreditamos estar implícito na expressão “laudo técnico”. Em segundo lugar, não temos conhecimento de qualquer decisão oficial, instituindo um programa para o Ensino Médio nas escolas brasileiras, de modo que não está claro o que poderia ser caracterizado como “conteúdo” deste nível de ensino. Pelo que conseguimos apurar, o que existe, nessa direção, são documentos com recomendações e orientações para o programa do Ensino Médio. Em particular, as “Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais” (PCN+, <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>) são um documento complementar aos “Parâmetros Curriculares Nacionais” do MEC, com diversas propostas de reformulação e atuação, que incluem descrições razoavelmente detalhadas dos “conteúdos e habilidades” a serem desenvolvidos na área de Matemática. Na mesma direção, a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo apresentou, em 2008, uma “Proposta Curricular do Estado de São Paulo” (http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portals/18/arquivos/Prop_MAT_COMP_red_md_20_03.pdf) com o objetivo de “atender à necessidade de organização do ensino em todo o Estado”. Este documento traz uma proposta de conteúdos de Matemática detalhada por série e bimestre do Ensino Médio, que coincide, em grande parte, com o programa para o Vestibular da Fuvest e com o conteúdo de livros didáticos recomendados pelo Programa Nacional do Livro Didático do MEC. Por este motivo, e na ausência de um documento mais definitivo, será este o programa adotado aqui como referência para a comparação solicitada com a prova do ENEM, ao qual nos referiremos simplesmente como “Programa da Secretaria Estadual”, por comodidade.

Finalmente, devido à exiguidade de tempo para a elaboração deste parecer, não nos foi possível fazer uma investigação mais completa, nem uma análise elaborada sobre os diversos aspectos do tema. Assim sendo, nos detivemos principalmente na análise do conteúdo das questões da prova de 2014. Um exame rápido nas provas de 2013 e 2012 nos convenceu de que não há grandes diferenças de conteúdo, entre essas versões das

provas e a de 2014. Ainda assim, não conseguimos produzir uma análise detalhada de cada questão da prova de 2014, como era nossa intenção inicial.

Enfim, esperamos que nosso trabalho possa ser útil para subsidiar as discussões sobre o tema na Congregação do IME, mas ele deve ser visto como um primeiro esforço, necessariamente incompleto e imperfeito.

Breve histórico sobre o ENEM

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) foi criado em 1998, com o objetivo de “avaliar o desempenho do estudante ao fim da educação básica, buscando contribuir para a melhoria da qualidade desse nível de escolaridade”, de acordo com o site do INEP, responsável pela sua realização.

A partir de 2009, foram implementadas mudanças no exame, com aumento do número de questões e utilização da prova como mecanismo de seleção para o ingresso no ensino superior em universidades públicas brasileiras, através do Sistema de Seleção Unificada (SiSU), assim como em algumas universidades públicas portuguesas. Atualmente, a prova também é utilizada para a concessão de bolsas em instituições particulares de ensino superior, através do ProUni (Programa Universidade para Todos), para obtenção de financiamento através do Fies (Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior) e como certificação de conclusão do ensino médio em cursos de Educação de Jovens e Adultos (EJA), antigo supletivo.

O exame tem sido realizado anualmente, desde sua criação e atualmente tem duração de dois dias, contendo 180 questões objetivas (divididas em quatro grandes áreas) e uma redação. De acordo com o Ministério da Educação, 9.519.827 pessoas se inscreveram para a prova de 2014.

Conteúdo das Provas

Segundo o INEP, responsável pela execução do exame, o conteúdo das provas é definido a partir de “matrizes de referência” em quatro áreas do conhecimento: Linguagens, códigos e suas tecnologias, que abrange o conteúdo de Língua Portuguesa (Gramática e Interpretação de Texto), Língua Estrangeira Moderna, Literatura, Artes, Educação Física e Tecnologias da Informação; Matemática e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias, que abrange os conteúdos de Química, Física e Biologia; Ciências Humanas e suas tecnologias, que abrange os conteúdos de Geografia, História, Filosofia, Sociologia e conhecimentos gerais. Essas matrizes de referências estão disponíveis em

http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2012/matriz_referencia_e_nem.pdf.

Na área de Matemática e suas tecnologias, a matriz de referência está dividida em 7 “áreas de competência”, cada uma delas subdividida em vários ítems, num total de 39. Esses ítems descrevem “habilidades” esperadas dos egressos do Ensino Médio, e não são todos de mesma natureza: alguns correspondem, a grosso modo, a tópicos do programa e outros à capacidade de utilização de conceitos na resolução de “situações-problema” e “intervenção na realidade”, por exemplo. Embora não haja uma correspondência clara entre esses ítems e tópicos do programa de Matemática, fica claro que as “competências e habilidades descritas”, tomadas em conjunto, delimitam uma parte substancial do programa do Ensino Médio. De fato, o documento citado contém um anexo descrevendo os “objetos de conhecimento associados às matrizes de referência” que explicitam os conteúdos de forma mais tradicional e poderiam até servir de base para uma prova mais abrangente do que as efetivamente aplicadas.

Cálculo das notas

A nota na prova do ENEM não é calculada simplesmente somando os acertos nas questões propostas, como nos testes mais tradicionais. Em vez disso, utiliza-se uma modelagem estatística, conhecida como *Teoria da Resposta ao Item (TRI)* que permite que se comparem resultados em diferentes versões da prova e que se leve em conta a coerência do padrão de respostas (penalizando o acerto ao acaso). Nessa modelagem, a estimativa do *nível de proficiência* de um candidato é obtida a partir de dois ingredientes: uma função (com 3 parâmetros), que modela a probabilidade de acerto de cada questão (ou *ítem*) em função do nível de proficiência, e uma distribuição inicial de probabilidade para a variável proficiência. Os parâmetros associados a cada questão são obtidos em pré-testes e a distribuição inicial usa, como referência, o desempenho dos participantes na prova de 2009. Usando-se esses ingredientes, determina-se, para cada participante, uma nova distribuição para a proficiência, a partir de suas respostas aos diversos ítems. A nota final é o valor esperado da variável proficiência nessa nova distribuição.

Uma desvantagem desse método é a complexidade do cálculo das notas. Além disso, não é possível, nem mesmo em princípio, fazer este cálculo sem o conhecimento dos parâmetros atribuídos a cada item, os quais, tanto quanto sabemos, não têm sido divulgados pelo INEP.

Para mais informações, consultar, por exemplo, a nota explicativa do INEP em http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/guia_participante/2013/guia_do_participante_notas.pdf. Um tratamento mais completo pode ser encontrado no texto

introdutório de D. F. De Andrade, H. R. Tavares e R. C. Valle, disponível em <http://www.ufpa.br/heliton/arquivos/LivroTRI.pdf>.

Conteúdo matemático da prova de 2014

Nesta seção, tentamos fazer uma classificação por assunto das questões da prova. É possível que isto, de certa forma, se choque com a própria proposta de avaliação de “competências e habilidades” mas nos parece um esforço necessário para atender a solicitação da Congregação. De qualquer forma, até para tentar evitar um afastamento maior da proposta da prova, usaremos aqui a terminologia sobre o programa que consta dos anexos à matriz de referência do ENEM sob a denominação “Objetos de conhecimento associados à matriz de referência”, que copiamos aqui, para facilitar a leitura.

Matemática e suas Tecnologias

- Conhecimentos numéricos: operações em conjuntos numéricos (naturais, inteiros, racionais e reais), desigualdades, divisibilidade, fatoração, razões e proporções, porcentagem e juros, relações de dependência entre grandezas, sequências e progressões, princípios de contagem.
- Conhecimentos geométricos: características das figuras geométricas planas e espaciais; grandezas, unidades de medida e escalas; comprimentos, áreas e volumes; ângulos; posições de retas; simetrias de figuras planas ou espaciais; congruência e semelhança de triângulos; teorema de Tales; relações métricas nos triângulos; circunferências; trigonometria do ângulo agudo.
- Conhecimentos de estatística e probabilidade: representação e análise de dados; medidas de tendência central (médias, moda e mediana); desvios e variância; noções de probabilidade.
- Conhecimentos algébricos: gráficos e funções; funções algébricas do 1.º e do 2.º graus, polinomiais, racionais, exponenciais e logarítmicas; equações e inequações; relações no ciclo trigonométrico e funções trigonométricas.
- Conhecimentos algébricos/geométricos: plano cartesiano; retas; circunferências; paralelismo e perpendicularidade, sistemas de equações.

Os temas (ou “objetos de conhecimento”) associados às 45 questões são os seguintes (o número das questões refere-se à versão rosa da prova, anexada a este parecer):

136 - Área de figuras planas, razões e proporções

137 - Porcentagem

138 - Medidas de tendência central

139 - Volume de sólidos

140 - Razões e proporções.

141 - Comprimentos .

142 - Porcentagem.

143 - Números naturais.

144 - Áreas de figuras planas.

- 145 - Operações em conjuntos numéricos.
- 146 – Porcentagem.
- 147 - Volumes, gráficos de funções.
- 148 - Características de figuras planas e espaciais.
- 149 - Função polinomial (do 2.º grau) e sistemas lineares.
- 150 - Fatoração e divisibilidade.
- 151 - Características de figuras planas, princípios de contagem.
- 152 - Representação no plano cartesiano.
- 153 - Operações em conjuntos numéricos.
- 154 - Características e figuras planas.
- 155 - Volumes e porcentagem.
- 156 – Porcentagem.
- 157 - Representação e análise de dados, razões e proporções.
- 158 - Razões e proporções.
- 159 - Inequação do 1.º grau.
- 160 - Representação e análise de dados, função do 1.º grau.
- 161 - Volumes.
- 162 - Porcentagem.
- 163 - Característica de figuras planas e espaciais.
- 164 - Medidas de tendência central.
- 165 - Equação do 1.º grau.
- 166 - Princípios de contagem.
- 167 - Probabilidade.
- 168 - Medidas de tendência central.
- 169 - Volume, razões e proporções.
- 170 - Medidas de tendência central.
- 171 – Probabilidade.
- 172 - Características de figuras planas.
- 173 - Representação e análise de dados.
- 174 - Volumes, razões e proporções.
- 175 - Relações métricas no triângulo.
- 176 - Porcentagem e equação do 1.º grau.
- 177 - Operações com números naturais.
- 178 - Representação e análise de dados, porcentagem.
- 179 - Porcentagem.
- 180 - Representação e análise de dados.

Observa-se então que as questões da prova estão distribuídas da seguinte forma (algumas estão associadas a mais de um assunto): 22 questões sobre “Conhecimentos Numéricos” versando, principalmente, sobre razões, proporções e porcentagem; 12 questões sobre “Conhecimentos Geométricos”, principalmente Áreas, Volumes e “Características de figuras planas e espaciais”; 10 questões sobre “Conhecimentos Estatísticos e Probabilidade”, sendo 5 delas sobre “Representação e Análise de Dados”, 3 sobre “Medidas de tendência central” e 2 sobre Probabilidade; 4 questões sobre “Conhecimentos Algébricos” sendo 3 sobre funções do 1.º grau e 1 sobre polinômio do

2.º grau e sistemas lineares e finalmente, 1 questão sobre “Conhecimentos Algébricos/Geométricos”, mais precisamente, sobre equação da circunferência no plano cartesiano.

Desses números, pode-se observar uma concentração bastante grande no tema “Conhecimentos Numéricos”, constituindo quase metade da prova, uma quantidade significativamente menor de questões sobre “Conhecimentos Geométricos” e “Conhecimentos Estatísticos” e bem menor em “Conhecimentos Algébricos”. Há uma única questão ligada à representação no plano cartesiano. Não há nenhuma questão sobre Trigonometria, Exponenciais, Logaritmos, Progressões, Congruência e Semelhança de Triângulos, Medidas de Dispersão, entre outros assuntos que figuram no programa da prova, tal como descrito acima. Também não aparecem, evidentemente, questões sobre Números Complexos que não fazem parte desse programa (mas integram os programas da Secretaria Estadual e da Fuvest). A grosso modo, a prova concentrou-se nos assuntos iniciais, mais elementares, do programa.

Breves comentários sobre algumas questões específicas

Questão 147 - Em nossa opinião, esta é uma questão bem interessante, que requer um entendimento qualitativo da relação entre volume e altura de sólidos e a correspondente expressão em um gráfico. Uma pequena imprecisão é que, a rigor, o formato “interno” da escultura não é informado. Poderia ser dito, por exemplo, que a espessura das paredes é constante (ou desprezível). Entretanto, isto não chega a gerar dúvidas sobre a intenção do examinador e a alternativa correta: a função altura deve crescer cada vez mais rapidamente no primeiro trecho, crescer linearmente no segundo e crescer cada vez mais lentamente no terceiro, o que só ocorre no gráfico d).

Questão 144 - Em contraste com a anterior, esta questão é bem pouco interessante e até inadequada, a nosso ver. Sua dificuldade principal consiste em saber o significado de palavras (*hectômetro quadrado, ou hectare*) o que nos parece irrelevante para os propósitos declarados da prova de mensuração de competências e habilidades. Uma vez conhecido o significado de hectômetro, a resolução da questão consiste em fazer a multiplicação $8 \times 100 \times 100$.

Questão 157 - Esta questão é um bom exemplo da ênfase (correta a nosso ver) na interpretação de gráficos e tabelas na prova. Embora o cálculo final seja bem simples (a soma das despesas com funcionários passa de R\$ 400.000 para R\$ 530.000) esse valor só pode ser obtido depois de uma interpretação cuidadosa do significado dos dois gráficos. É questionável se é realista supor que o gasto de uma empresa com a folha salarial corresponda, mesmo depois do aumento, a apenas 5,3% da receita.

Questão 163 - A questão é interessante, mas há um certo descuido com o enunciado que também ocorre em outras questões e deveria ser evitado em uma prova da importância do ENEM. O que seria uma “escada circular”? A interpretação vernacular mais óbvia seria

“em forma de círculo” o que, evidentemente, não é o que se quer dizer. O correto seria dizer que se trata de uma “hélice cilíndrica” ou, ao menos, que o corrimão está contido em um cilindro circular. Outra imprecisão é dizer que os pontos estão “igualmente espaçados”, sem explicar se a distância se refere ao comprimento da curva, distância no espaço ou algum outro sentido. É bem verdade que isto não chega a prejudicar a resolução; depois de olhar as opções os candidatos provavelmente percebem qual é a intenção do examinador mas, a rigor, não é possível afirmar, com as informações dadas que a projeção é mesmo $3/4$ de um círculo.

Questão 150 - Este é um exemplo de “contextualização” questionável. Sim, é verdade que criptografia tem a ver com a decomposição em números primos, mas não com a questão. Além disso, parece-nos uma complicação desnecessária e artificial incluir 7 elevado a z na decomposição, para depois informar que o número não é divisível por 7 e, nas alternativas, expressar o número de divisores em termos de z (que vale 0).

Questão 168 - Aqui temos um exemplo de uma situação concreta e relevante e que permite formular perguntas realísticas em um contexto que vai além de uma mera ilustração. Infelizmente, a oportunidade é, de certa forma, perdida ao dar, como informação, o tempo do percurso necessário para uma “condução segura” quando, claramente, o dado relevante para isto seria a velocidade máxima no trecho.

Conclusão

A versão 2014 do ENEM concentra-se em uma parte do “Programa da Secretaria Estadual”, aqui tomado como referência, notadamente em Aritmética, proporções, áreas e volumes simples, interpretação de gráficos, Contagem e Probabilidade e medidas de tendência central em Estatística. O nível de dificuldade das questões varia entre fácil e médio sendo, provavelmente, a extensão da prova e alguns cálculos trabalhosos as maiores dificuldades enfrentadas pelos estudantes bem preparados. As questões estão, em geral, bem formuladas, não deixando margem para dúvidas sobre a alternativa correta, como já ocorreu em versões anteriores do exame. Fica evidente um esforço de “contextualização” das questões, bem realizado em alguns casos, um tanto artificiais em alguns outros, como ilustramos nos exemplos da seção anterior. Um aspecto positivo da prova, a nosso ver, é a ênfase na leitura, interpretação e uso de gráficos e tabelas. Por outro lado, não encontramos nenhuma questão que pudesse ser caracterizada propriamente como interdisciplinar.

Em resumo, consideramos que a prova foi apropriada para o objetivo de mensurar o domínio básico de conceitos nos tópicos cobertos que, contudo, não incluem parte substancial do programa da Secretaria Estadual aqui tomado como referência. Em particular, não aparecem questões sobre Trigonometria, Logaritmos, Matrizes e Números Complexos, entre outros. Outros tópicos, como Geometria Analítica, Geometria Euclidiana, Equações Algébricas e Sistemas Lineares aparecem apenas de forma muito esquemática e simplificada.

Uma observação final que nos parece pertinente é que os tópicos ausentes (ou quase ausentes) na prova, com a exceção de Números Complexos, além de parte integrante do programa da Secretaria Estadual, seriam também compatíveis com o proposto na Matriz de Referência do ENEM e aparecem explicitamente nos anexos do documento oficial do MEC que as descrevem. O mesmo pode ser dito em relação à inclusão de questões com um nível maior de dificuldade. É possível que existam obstáculos para a aplicação de uma prova mais exigente e abrangente, mantendo a atual metodologia mas, sobre este ponto, não nos sentimos em condições técnicas de expressar uma opinião bem fundamentada.

São Paulo, 10 de março de 2015.

Severino Toscano do Rego Melo.

Antônio Luiz Pereira.