

Articulação entre Biologia e Matemática: uma abordagem fundamentada nas provas do Enem

Articulation between Biology and Mathematics: an approach based on ENEM Evaluation

Alba Flora Pereira Pereira¹ (flora.alba@gmail.com)

Elizabeth Pereira de Medeiros^{1,2} (elizabethmedeiros05@yahoo.com.br)

Michelle Garcia da Silva¹ (michellegarcia.silva@gmail.com)

Verônica Freitas da Silva^{1,3} (freitas.veronica@gmail.com)

Zélia Maria Soares Jófili¹ (jofili@gmail.com)

Ana Maria dos Anjos Carneiro-Leão¹ (amanjos2001@gmail.com)

¹Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências (PPGEC) - Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

²Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco (SEDUC)

³Secretaria de Educação do Recife (SEEL)

Resumo

Recentemente, um dos programas de avaliação implementados pelo governo brasileiro, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), tomou um importante rumo na avaliação dos estudantes brasileiros, passando também a fazer parte do processo seletivo, ou constituindo-se como única forma de ingresso em algumas universidades brasileiras. Com base nas recomendações dos PCNEM, o ensino deve estar pautado numa visão integradora e articulada das disciplinas. Portanto, o objetivo do presente trabalho é identificar, nas questões de Biologia das provas do ENEM de 1998 a 2009, os conceitos da biologia que se articulam com os conceitos matemáticos, necessários para resolver as questões e que trazem aspectos interdisciplinares e contextualizados.

Palavras-chave: Avaliação, ENEM, Biologia, Matemática.

Abstract

Recently, the Brazilian Secondary Education Examination (ENEM) - took an important role in the evaluation of Brazilian students: it become part of the selection process, or establishing itself as one way of ingressation in some universities. Based on the recommendations of the National Curriculum Parameters to Secondary School (PCNEM), teaching must be founded on an articulate and integrative vision of the disciplines. Therefore, the objective of this study is to identify evidences of articulation between issues of Biology and math concepts needed to solve these issues and aspects that bring interdisciplinarity and contextualization, by analyzing the ENEM questions in the period of 1998 to 2009.

Key words: Evaluation, ENEM, Biology, Mathematics.

Introdução

O Ensino Médio é a última e complementar etapa da Educação Básica e o que considera a LDB/96, nesta etapa da formação dos estudantes, cada área do conhecimento tem o objetivo de envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondem a uma cultura geral e a uma visão de mundo (BRASIL, 2000).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) estabelecem as competências e habilidades que deverão servir como referenciais para as propostas pedagógicas e recomendam a interdisciplinaridade e a contextualização (BRASIL, 2006). Paralelamente, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) propõem uma visão integradora das disciplinas de modo a reconhecer a relação entre aquelas da mesma área e entre as de áreas diversas (BRASIL, 1999). Então, é importante planejar os conteúdos programáticos de Biologia de forma contextualizada, facilitando a compreensão do conhecimento científico sob um universo mais globalizado. (BRASIL, 1999, 2006).

Nessa perspectiva surgem outras possibilidades de ação pedagógica a serem desenvolvidas. Por exemplo, a abordagem interdisciplinar dos conteúdos:

A interdisciplinaridade só é possível a partir da existência de disciplinas e do estabelecimento de um conjunto sólido de conhecimentos que elas propiciam. O que deve ser buscado é o diálogo entre esses conhecimentos para que sejam possibilitadas novas aprendizagens (BRASIL-OCEM, 2006, p. 38).

Segundo Fourez (2001), a prática interdisciplinar utiliza as disciplinas para estudar uma situação em sua singularidade. No entanto, de que forma se podem trabalhar os conceitos da matemática nas diversas áreas da Biologia usando uma perspectiva interdisciplinar? Por que existem dificuldades em trabalhar as competências da Matemática e da Estatística dentro dos conteúdos da Biologia? Como está sendo abordada a articulação entre Biologia e Matemática nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio?

É fundamental que ele (o professor) discuta a estrutura desse conhecimento, analisando as interrelações entre as diversas variáveis utilizadas pela disciplina, assim como com variáveis utilizadas por outras disciplinas, de modo a desenvolver a capacidade do aluno de modelizar situações-problema existentes na realidade, utilizando o recorte de uma ou mais disciplinas (BASTOS *et al.*, 2003, p. 5).

Nessa perspectiva, torna-se relevante haver um diálogo entre os professores de matemática e de biologia para melhor aproveitamento das propostas implementadas pelos documentos curriculares citados. A prova desta necessidade está no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), pautado nas propostas aqui ressaltadas. O objetivo do presente trabalho, portanto, é identificar nas questões de Biologia das provas do ENEM de 1998 a 2009, os conceitos da biologia que se articulam com os conceitos matemáticos necessários para resolver as questões que trazem aspectos interdisciplinares e contextualizados.

Metodologia

O Exame Nacional do Ensino Médio, desenvolvido em 1998 pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) do Ministério da Educação, é um exame individual e de caráter voluntário, oferecido anualmente aos concluintes e egressos do ensino médio, com o objetivo principal de possibilitar uma referência para auto-avaliação, a partir das competências e habilidades que o estruturam. Além disso, serve como modalidade

alternativa ou complementar aos processos de seleção para o acesso ao ensino superior e ao mercado de trabalho (INEP, 2005).

As provas, num total de 12 documentos, foram acessadas pelo site do Ministério da Educação – INEP. Foi considerada a ordem de aplicação das mesmas (1998 a 2010), a fim de analisar a articulação dos conceitos da matemática presentes nas questões de biologia e verificar a constância desta articulação. Os dados obtidos foram organizados em tabelas e gráficos para melhor visualização dos resultados.

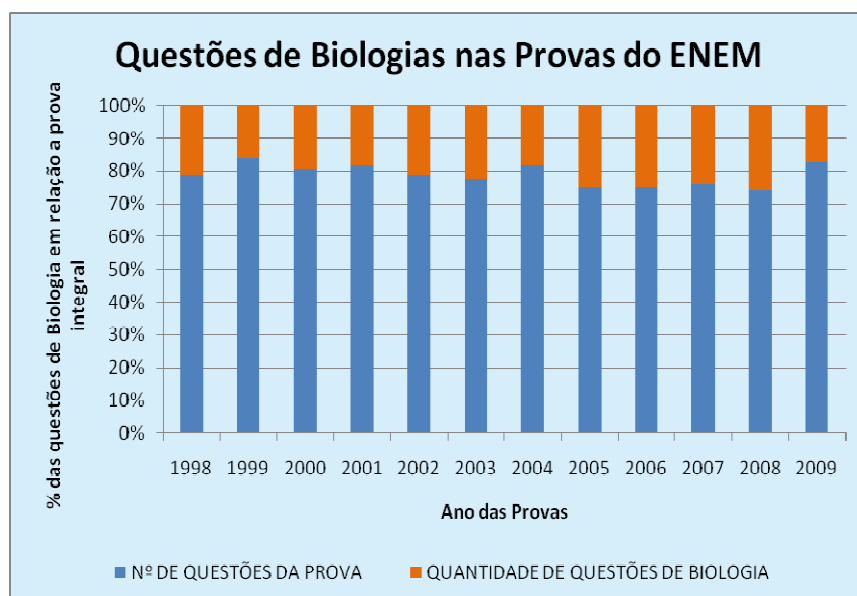
Resultados e Discussão

O Exame Nacional do Ensino Médio apresenta como proposta a resolução de problemas uma vez que,

[...] exercício é o repetir, como meio para uma outra finalidade: por exemplo, caminhar para promover um trabalho cardiovascular. Problema é o que surpreende nesse exercício, é o novo, o que supõe invenção, criatividade, astúcia. É certo, também, que, dependendo da forma como é proposto, o exercício pode configurar um problema. Buscar-se-á, igualmente, analisar como e por que situações-problema expressam uma concepção de aprendizagem ou forma de conhecimento, sem a qual tais relações ficam prejudicadas ou insuficientes seja no plano dos objetivos, seja dos resultados esperados. Visa, igualmente, argumentar em favor da situação-problema como uma técnica de avaliação em um contexto em que se quer verificar competências e habilidades das pessoas não só em frente de situações-problema, no sentido estrito, mas de outras formas de competências e habilidades (INEP, 2005).

Fica claro, então, que o objetivo do ENEM é verificar as competências e habilidades dos estudantes através de uma avaliação composta por inúmeras situações-problema, muitas vezes contextualizadas com o cotidiano. Com esse entendimento e considerando a quantidade de questões de biologia contempladas nos documentos analisados, percebe-se que a Biologia contribui, em média, com 20% de toda a prova do ENEM (Gráfico 1).

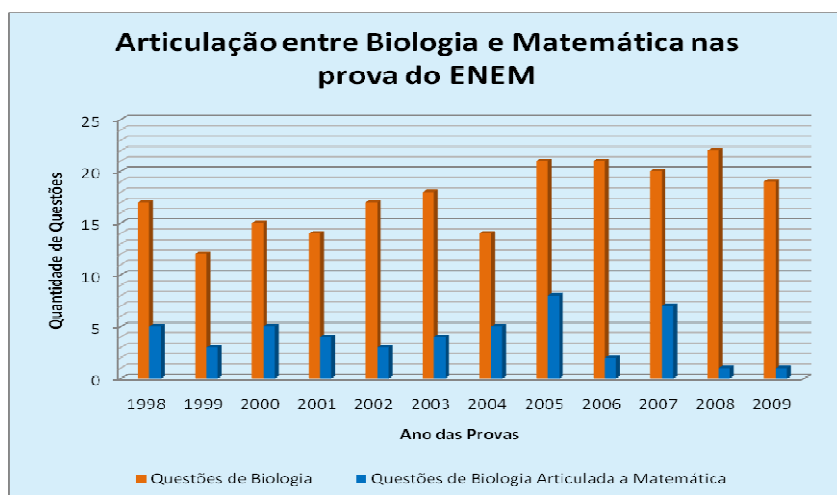
Gráfico 1 - Quantitativo das questões de Biologia nas provas do ENEM (1998-2009).



Considerando a articulação das questões de Biologia/Matemática, no decorrer dos anos

(Gráfico 2), pode-se perceber que as questões que estabelecem essa articulação variaram muito no decorrer do tempo. Nos últimos dois anos, diminuíram significativamente, passando de sete (7) questões encontradas no ano de 2007 para apenas uma (1) nos últimos dois anos. Todavia, como em todos os anos pelo menos uma questão que articula matemática e biologia é encontrada, entendemos que a interdisciplinaridade está sempre presente entre estas duas disciplinas do currículo na prova do ENEM.

Gráfico 2 - Quantitativo da articulação entre biologia e matemática nas provas do ENEM.



O Quadro 1 apresenta os resultados encontrados, relacionando ano/questão/conteúdos e conceitos biológicos e ainda, os conceitos matemáticos necessários à resolução dos problemas.

Quadro 1 - Relação Ano/Questão/Conteúdos da Biologia/Conceitos Biológicos e Matemáticos

ANO/QUESTÃO	CONTEÚDO	CONCEITOS BIOLÓGICOS	CONCEITOS MATEMÁTICOS	CONTEXTUALIZAÇÃO
1998/27	Evolução	Era geológica, Evolução Humana	Linha do tempo, leitura e interpretação de gráfico	A questão é contextualizada por árvore filogenética e exige uma leitura gráfica.
1998/31	Genética	DNA, gene, RNA, emparelhamento das bases nitrogenadas, síntese de proteínas, tradução e transcrição, aminoácidos.	Porcentagem e razão.	A questão é contextualizada pela sequência de transcrição e tradução. Clonagem de Dolly. A resposta da questão foi traduzida para a matemática (porcentagem).
1999/29	Genética	Clonagem.	Porcentagem, probabilidade.	Sem contextualização, não relacionou com questões da atualidade, por exemplo.
2002/18	Saúde	Célula, tecido, pele, melanina, câncer de pele.	Leitura e interpretação de tabela, razão entre grandezas.	Sem contextualização, não relacionando com os danos causados pela exposição ao sol.
2002/40	Adaptação dos seres vivos	Tratamento da água com algicida sulfato de cobre, tolerância dos camarões a substâncias químicas do meio (adaptação).	Leitura e interpretação de gráfico, razão e porcentagem.	

2002/48	Ecologia	Poluição.	Razão e proporção, leitura e interpretação de gráfico e multiplicação.	Contextualiza com o protocolo de Kyoto.
2003/15	Saúde	Doenças respiratórias.	Porcentagem.	Contextualiza com problemas de tabagismo no Brasil, segundo o INCA.
2005/22	Citologia e Histologia	Célula, Composição química, Tecidos.	Porcentagem, Proporção, Leitura e interpretação de tabela.	Contextualizou com uma tabela do livro Histologia de Junqueira e Carneiro, a qual apresenta os tipos de célula e a porcentagem de água presente nas mesmas.
2005/47	Seres vivos	Anfíbios.	Leitura e interpretação de tabela, porcentagem.	Contexto de uma tabela.
2005/48	Ecologia	Poluição.	Leitura e interpretação de gráficos, porcentagem.	Contexto de três diferentes gráficos
2005/50	Eras geológicas	Evolução.	Leitura e interpretação de gráfico e escala.	Contexto de um gráfico da revista Ciência Hoje apresentando as Eras geológicas e a Evolução dos primatas.
2006/10	Evolução	Eras geológicas.	Escala.	Contextualizou com um quadro evolutivo com a história da Terra.
2006/46	Microbiologia	Vírus, HIV, prevenção.	Leitura e interpretação de gráfico, razão e proporção, cálculo de porcentagem.	Contexto e cotidiano: dados da Unicef.
2007/07	Ecologia	Ecossistema, equilíbrio, extinção.	Cálculo com operações fundamentais, proporção, função, leitura e interpretação de gráfico.	Contexto de um gráfico sobre extinção de animais.
2007/08	Ecologia	Dinâmica de populações.	Análise combinatória, leitura e interpretação de tabela.	
2007/12	Ecologia e Fisiologia	Ar, poluição do ar sistema respiratório, doenças respiratórias.	Probabilidade, leitura de tabela.	Contextualizada com a poluição provocada com a queima da cana e com as doenças do sistema respiratório.
2007/24	Vírus	Doenças provocadas por vírus, dengue..	Porcentagem, leitura e interpretação de tabela.	Contextualizou com uma tabela de dados da saúde pública do estado do Rio de Janeiro.

Esta pesquisa nos apresentou que os conceitos da Matemática que são colocados com maior frequência nas avaliações são: leitura e interpretação de tabelas e gráficos, porcentagem, razão e proporção. Nesta perspectiva, parece-nos claro que a comunicação entre professores de Biologia e de Matemática seria um excelente passo para uma melhor compreensão dos processos biológicos e, conseqüentemente, um melhor aproveitamento dos estudantes. Além disso, outros conceitos como análise combinatória e probabilidade são importantes para compreensão da Genética, por exemplo.

Observamos ainda, durante a execução desta pesquisa, que várias questões da Matemática apresentavam um contexto de Biologia. Mesmo sendo necessário ao estudante aplicar apenas conceitos matemáticos para a resolução das mesmas, o contexto apresentado leva os estudantes a relembrar conceitos biológicos.

Outro aspecto interessante apontado no Quadro 2 é o fato de um grande número de questões de biologia contemplar a interpretação de gráficos e/ou tabelas para sua resolução. Como

entendemos que essa competência de interpretar gráficos e/ou tabelas é trabalhada na Matemática, consideramos que mesmo aquelas questões que não necessitam de um cálculo matemático efetivo, mas que trabalham com gráficos e tabelas, são questões que articulam Biologia e Matemática. Nesse caso, outras habilidades e competências são necessárias para a resolução do problema.

Quadro 2 – Questões que articulam matemática e biologia por meio da leitura e interpretação somente de gráficos e tabelas.

ANO	CONTEÚDO	CONCEITOS BIOLÓGICOS	CONCEITOS MATEMÁTICOS	CONTEXTUALIZAÇÃO
1998/25	Evolução	Evolução.	Leitura e interpretação de gráficos.	Contextualiza com o gráfico.
1998/35	Ecologia	Poluição.	Leitura e interpretação de tabelas.	Contexto de tabela.
1998/57	Ecologia	Dinâmica das populações biológicas.	Leitura e interpretação de gráficos.	Contexto de gráfico.
1999/43	Saúde	Imunologia, anticorpos, vacinas.	Leitura e interpretação de gráficos.	Contexto de cinco gráficos.
1999/56	Ecologia	Controle Biológico.	Leitura e interpretação de gráficos.	Contexto de um gráfico.
2000/27	Origem da vida	Da origem até os dias atuais.	Leitura e interpretação de gráficos.	Contexto de gráfico.
2000/34	Ecologia	Poluição.	Leitura e interpretação de gráficos	Contexto com gráficos.
2000/36	Ecologia	Relações entre os seres vivos.	Leitura e interpretação de tabelas.	Contextualiza com uma figura e uma tabela.
2000/47	Ecologia	Poluição.	Leitura de tabela.	Contextualiza com uma tabela.
2000/63	Ecologia	Poluição.	Leitura de gráfico.	Contextualiza com um gráfico.
2001/15	Saúde	Componentes do sangue.	Leitura e interpretação de tabela e gráficos.	Contexto de três gráficos e uma tabela com os valores normais para adultos de hemácias, glóbulos brancos e plaquetas.
2001/28	Ecologia	Adaptação dos seres vivos.	Leitura e interpretação de gráfico.	Contexto de um gráfico.
2001/43	Ecologia	Ciclo da água.	Leitura e interpretação de gráfico.	Contexto de dados de uma pesquisa apresentada pela Revista Ciência e Tecnologia Hoje, sobre o consumo e a restituição de água no mundo.
2001/48	Ecologia	Habito e habitat.	Leitura e interpretação de tabela.	Contexto de uma tabela.
2002/5	Ecologia	Poluição.	Leitura de tabela.	Contextualiza com o Protocolo de Kyoto e com uma tabela.
2002/6	Ecologia	Poluição.	Leitura de tabela e gráfico.	Contextualiza com tabela e gráfico.
2002/12	Ecologia	Adaptação dos seres vivos.	Leitura e interpretação de gráfico e tabela.	Contextualiza com gráfico e tabela.
2002/52	Origem da vida	Origem dos seres vivos.	Leitura e interpretação de gráfico.	Contextualiza com gráfico.
2002/60	Origem da vida	Componentes atmosféricos.	Leitura e interpretação de gráfico.	Contextualiza com gráfico.
2002/61	Biosfera	Composição dos gases atmosféricos.	Leitura e interpretação de gráficos.	Contextualiza com gráfico.
2003/16	Saúde	Ingestão (drogas - álcool).	Leitura e interpretação de tabela.	Contexto de uma tabela sobre acidentes de trânsito no Brasil.
2003/17	Saúde	Ingestão (drogas - álcool).	Leitura e interpretação de tabela.	Contextualiza com pesquisa apresentada pela Revista FAPESP, setembro de 2000.
2003/33	Ecologia	Água, tratamento da água.	Leitura e interpretação de tabela.	Contexto de uma tabela.

2005/36	Ecologia	Poluição.	Leitura e interpretação de gráfico.	Contextualiza a questão com a poluição de um reservatório de água.
2005/49	Seres vivos	Fungos, Controle biológico.	Análise e interpretação de gráfico.	Contexto de um gráfico.
2005/52	Ecologia	Ecossistemas.	Análise e interpretação de gráfico.	Contextualiza com dados da FAPESP, São Paulo, setembro de 2003.
2005/54	Evolução	Eras geológicas.	Leitura e interpretação de gráfico.	Contexto de um gráfico.
2007/23	Vírus	Doenças provocadas por vírus, Dengue.	Leitura e interpretação de tabela.	Contextualizou com uma tabela de dados da saúde pública do estado do Rio de Janeiro.
2007/25	Saúde	Bactéria, antibiótico.	Leitura e interpretação de gráfico.	Contextualiza com dados da farmacologia clínica do Rio de Janeiro.
2007/42	Ecologia	Aquecimento global.	Leitura e interpretação de gráfico.	Contextualiza com um gráfico contendo o resultado dos cinco fatores que influenciam na temperatura atmosférica.
2008/44	Saúde	Alimentação, nutrição, obesidade, fisiologia da digestão e papel dos nutrientes no metabolismo digestório humano.	Leitura e interpretação de tabela.	Contextualiza com tabela de IMC.
2009/26	Fisiologia animal	Doenças, profilaxia.	Leitura de tabela.	Contextualizou com uma tabela contendo informações de controle e erradicação da brucelose e da tuberculose animal.

Em 10 anos de ENEM (1998 a 2009), 33,33% das questões utilizadas foram de Biologia, o que corresponde a 210 questões. Dentre estas, 49 (23,33%) fazem interface com a matemática e, destas, 32 (65,31%) utilizam apenas gráficos e/ou tabelas para serem resolvidas.

Observa-se, portanto, que mesmo que a questão não exija o desenvolvimento de cálculos para ser resolvida, exige a leitura e compreensão de gráficos e tabelas. Caso o estudante não domine tais conceitos, terá dificuldades durante a resolução destas questões.

Considerações Gerais

Diante dos resultados percebe-se que a articulação entre a Biologia e a Matemática se faz presente nas provas do ENEM de forma contextualizada. Portanto, é de suma importância que os professores das áreas correspondentes possam abraçar tal proposta, que assume característica quase que predominante de leitura e interpretação de tabelas e gráficos, porcentagem, razão e proporção. Nesta perspectiva, parece-nos claro que a comunicação entre professores de Biologia e de Matemática seria um excelente passo para uma melhor compreensão dos processos biológicos e, conseqüentemente, um melhor aproveitamento dos estudantes.

Referências

BASTOS, H. F. B. N; ALMEIDA, M. A. V; ALBUQUERQUE E. S. C; MAYER, M. & LIMA, J. M. F. Modelização de situações-problemas como forma de exercer ações interdisciplinares em sala de aula. 17p. Trabalho apresentado e publicado em CD no EPENN, junho/2003. Disponível em: <file://D:\EPENN_2003\Grupos\Gt8\UFPE\ufpegt8_Situação Problema.htm>. Acesso em: 18 jan. 2005.

BRASIL. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias** / Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135p. (Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Volume 2).

BRASIL. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). **Fundamentação Teórico- Metodológica**. INEP Publicações. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/publicacoes>>. Acesso em: 28 maio 2010.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio: PCNEM**. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. PCNEM. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia, 1999. 364p.

BRASIL. **PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: MEC: SEMTEC, 2002. 144p.

FOUREZ, Gérard. **Fondements épistémologiques pour l'interdisciplinante**. In LENOIR, Y.; REY, B. e FAZENDA, Ivani (Eds.) Les fondements de l'interdisciplinarité dans la formatioion à l'enseignement Sherbrooke. Editions du CRP, 2001. p. 81-83.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2005 Disponível em: <<http://www.inep.gov.br/download/enem>> Data de acesso: 20 abr. 2011.

LOPES, Alice Casimiro. Os parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. In: **Educ. Soc.**, Campinas, V. 23, n. 80, setembro/2002, p.386-400. Disponível em: <<http://www.cedes.unicamp.br>>