

# O ensino e a aprendizagem de evolução biológica no âmbito do Currículo do Estado de São Paulo e na matriz de referência do Enem

The teaching and learning of biological evolution in the Sao Paulo State Curriculum of and Enem matrix reference

*André Luis Corrêa*

Faculdade de Ciências, UNESP/Bauru  
*andrelc@fc.unesp.br*

*Jair Lopes Junior*

Faculdade de Ciências, UNESP/Bauru  
*jlopesjr@fc.unesp.br*

*Ana Maria de Andrade Caldeira*

Faculdade de Ciências, UNESP/Bauru  
*anacaldeira@fc.unesp.br*

## Resumo –

Estima-se o conceito de evolução biológica como eixo unificador do conhecimento em Ciências Biológicas. A literatura, entretanto, salienta dificuldades no ensino deste conceito. O objetivo deste estudo consistiu em identificar e analisar indicadores de aprendizagem em documentos que subsidiam sistemas de avaliação de desempenho em larga escala. Duas bases documentais foram consultadas: o Currículo do Estado de São Paulo, juntamente com o Caderno do Professor, e a matriz de referência do ENEM. Enquanto o Currículo de São Paulo prioriza aprendizagens vinculadas com a aquisição de informações, a matriz do ENEM enuncia aprendizagens definidas pela compreensão da informação. Análises adicionais de exemplos de questões dispostas em versões anteriores do ENEM salientam que estratégias de ensino devem priorizar a interpretação e a análise de conteúdos vinculados ao tema. As bases consultadas documentam conteúdos procedimentais complementares que devem orientar a proposição de atividades de ensino e de avaliação das aprendizagens preconizadas.

**Palavras-chave:** Conteúdos procedimentais; análise documental; Ensino de Biologia.

## Abstract –

The concept of biological evolution is estimated as a unifying axis of biological sciences knowledge. However, the literature points out many difficulties in teaching this concept. The aim of this study was to identify and analyze learning indicators of documents that support system of performance evaluation on large scale. Two official databases were consulted: the São Paulo State Curriculum along with the Teacher's Textbook, and the ENEM Standard Pattern. While the São Paulo State Curriculum emphasizes linked learning with the acquisition of information, the ENEM Pattern evinces learning forms defined by the understanding of information. Further analysis of questions examples found on ENEM previous versions evidence that teaching strategies should prioritize the interpretation and analysis of content related to the issue. The consulted databases have documenting

supplementary procedural content that should guide the teaching recommended activities proposition and learning evaluation.

**Key words:** Procedural contents; documental analysis; Biology Teaching.

## **Introdução**

Embora do conceito de evolução biológica constitua-se em um eixo unificador do conhecimento biológico (MEGLHIORATTI, 2004; FUTUYMA, 1992), fornecendo subsídios para compreensão da Biologia atual e possibilitando a interpretação dos múltiplos cenários que se formaram desde a origem da vida até os dias atuais, após uma consulta em algumas bases de dados foi possível verificar que pouco se discute na literatura científica sobre quais procedimentos deveriam ser utilizados em sala de aula, que possibilitassem a aprendizagem deste tema. Vale salientar que os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) também orientam que a evolução biológica seja um conceito unificador da biologia, uma vez que, a compreensão da teoria evolutiva pode interligar outros conceitos biológicos e assim propiciar um ensino menos fragmentado.

Referente às considerações realizadas sobre o papel central da evolução no conhecimento biológico e no Ensino de Biologia, diversas pesquisas apontam que os alunos têm dificuldades de compreensão ou aceitação do conceito de evolução (BIZZO, 1991; SEPULVEDA; EL-HANI, 2009), sendo que uma das razões diz respeito aos equívocos conceituais e históricos presentes nos livros didáticos. Autores como Cicillini (1991) e Dias e Bortolozzi (2009) corroboram essa afirmação referente ao livro didático ao apresentarem, em seus trabalhos, dados que evidenciam que o ensino de evolução é visto como um capítulo isolado, implicando em uma série de obstáculos que dificultam o aprendizado dos estudantes e descaracteriza a ideia de evolução como eixo articular da Biologia.

Considerando que uma das possibilidades de ingressar em diversas universidades brasileiras é através do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), as dificuldades supracitadas concernentes ao Ensino de Evolução e que o aprendizado do Ensino Médio atual está pautado em atividades relacionadas a conteúdos procedimentais, objetivou-se fazer uma análise das habilidades e competências exigidas no processo de avaliação do Enem para, com isso, verificar se as mesmas são contempladas pelo Currículo do Estado de São Paulo.

## **O Currículo do Estado de São Paulo**

A Secretaria da Educação do Estado de São Paulo propôs, em 2008, um currículo básico para as escolas da rede estadual nos níveis de Ensino Fundamental (Ciclo II) e Ensino Médio. Pretendeu-se, com isso, apoiar o trabalho realizado nas escolas estaduais e contribuir para a melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos. Encontram-se nesses materiais indicações tanto para a construção de suas propostas pedagógicas, quanto para apoio aos professores, gestores e especialistas (SEE/SP, 2010).

O Currículo foi planejado de forma que todos os alunos em idade de escolarização pudessem ter como base a mesma aprendizagem nas disciplinas básicas: Língua Portuguesa, Matemática, Ciências (Física, Química e Biologia, no Ensino Médio), História (mais Filosofia e Sociologia, no Ensino Médio), Geografia, Língua Estrangeira Moderna (Inglês), Arte e Educação Física. Para todas essas disciplinas descreveram-se os conteúdos, as competências, as habilidades, as estratégias metodológicas e o que se espera dos alunos em cada série/ano (SEE/SP, 2010).

Para completar o Currículo há um conjunto de documentos dirigidos especialmente aos professores e aos alunos: os Cadernos do Professor e do Aluno, organizados por disciplina/série (ano)/bimestre. Neles, são apresentadas Situações de Aprendizagem para

orientar o trabalho do professor no ensino dos conteúdos disciplinares específicos e a aprendizagem dos alunos. Esses conteúdos, habilidades e competências são organizados por série/ano e acompanhados de orientações para a gestão da aprendizagem em sala de aula e para a avaliação e a recuperação. Oferecem também sugestões de métodos e estratégias de trabalho para as aulas, experimentações, projetos coletivos, atividades extraclasse e estudos interdisciplinares (SEE/SP, 2010).

Segundo o documento, uma das razões para se optar por uma educação centrada em competências diz respeito à democratização da escola. Com a universalização do Ensino Fundamental, a educação incorpora toda a heterogeneidade que caracteriza o povo brasileiro; nesse contexto, para ser democrática, a escola tem de ser igualmente acessível a todos, diversa no tratamento a cada um e unitária nos resultados. Além disso, um currículo que promove competências tem o compromisso de articular as disciplinas e as atividades escolares com aquilo que se espera que os alunos aprendam ao longo dos anos (SEE/SP, 2010).

O conceito de competências também é fundamental na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), elaborados pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) e pelo Ministério da Educação (MEC). O currículo referenciado em competências é uma concepção que requer que a escola e o plano do professor indiquem o que o aluno vai aprender (SEE/SP, 2010).

As competências e habilidades podem ser consideradas em uma perspectiva geral, como uma dicotomia comum/específica promovida entre as disciplinas e as tarefas escolares. Competências, nesse sentido, caracterizam os modos de ser, de raciocinar e de interagir, que podem ser apreendidos das ações e das tomadas de decisão em contextos de problemas, de tarefas ou de atividades. Graças a elas, pode-se inferir, hoje, se a escola como instituição está cumprindo devidamente o papel que se espera dela (SEE/SP, 2010).

Por fim, salienta-se que estes documentos são as referências essenciais para o estabelecimento das matrizes de avaliação do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo (SARESP). Além disso, este Currículo adota como competências para aprender, aquelas que foram formuladas para o referencial teórico do Exame Nacional do Ensino Médio: Enem (INEP, 2005).

## **O Enem e sua matriz de referência**

O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), criado em 1998 pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), do MEC, 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, ele serve como modalidade alternativa ou complementar aos processos de seleção para o acesso ao ensino superior e ao mercado de trabalho (INEP, 2005).

O Enem e os PCNs tiveram alguns elaboradores comuns, portanto, são intencionais e construídas, não-incidentais ou eventuais, as convergências entre os objetivos de avaliação do Enem e os objetivos formativos dos Parâmetros (INEP, 2005).

Ao se propor uma avaliação pautada em competências, os autores sugerem três modos para se entender este conceito: 1 – Competência como condição prévia do sujeito, herdada ou adquirida, sendo comum definir competência como capacidade de um organismo; 2 – Competência como condição do objeto, sendo esta, independente do sujeito que o utiliza, em que se refere à competência da máquina ou do objeto; 3 – Competência relacional, sendo esta terceira forma de competência interdependente, ou seja, não bastando ser muito entendido em uma matéria, não bastando possuir objetos potentes e adequados, e sim importando “como

esses fatores interagem”. A competência relacional expressa um jogo de interações (INEP, 2005).

Resumindo, os autores explicam a diferença entre os conceitos defendidos pelo documento:

Para dizer de outro modo, a competência é uma habilidade de ordem geral, enquanto a habilidade é uma competência de ordem particular, específica (INEP, 2005. p. 20)

## O tema Evolução e sua relação com o Currículo e a matriz do Enem

O Currículo do Estado de São Paulo é dividido em quatro grandes áreas: *Ciências Humanas e suas Tecnologias*; *Ciências da Natureza e suas Tecnologias*; *Linguagens, Códigos e suas Tecnologias*; *Matemática e suas Tecnologias*. A parte dedicada ao Ensino de Ciências e Biologia está alocada na área *Ciências da Natureza e suas Tecnologias*.

Com relação ao Ensino de Biologia, o documento organiza as grades curriculares (série/bimestre), em relação aos conteúdos associados às habilidades por meio das seguintes subáreas de estudo: *A interdependência da vida*; *Qualidade de vida das populações humanas*; *Identidade dos seres vivos*; *Transmissão da vida e mecanismos de variabilidade genética*; *A receita da vida e o seu código: tecnologias de manipulação do DNA*; *Diversidade da vida*; *Origem e evolução da vida*.

Por fim, o tema Evolução, alvo deste trabalho dedicado ao Ensino Médio, que está inserido na subárea *Origem e evolução da vida*, é apresentado no currículo da seguinte forma:

No desenvolvimento deste tema, os alunos têm a oportunidade de perceber a transitoriedade dos conhecimentos científicos, posicionar-se em relação a questões polêmicas e dimensionar processos vitais em diferentes escalas de tempo, além de se familiarizar com os mecanismos básicos que propiciam a evolução da vida e, em particular, do ser humano. Com isso, podem perceber a singularidade do processo evolutivo, em que fatores culturais interagem com os biológicos, e as intervenções humanas, apoiadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico, que alteram o curso desse processo (SEE/SP, 2010. p. 75).

Abaixo (Figura – 1), apresenta-se como a organização de conteúdos é disposta no Currículo do estado de São Paulo:

3ª série do Ensino Médio	
Conteúdos	
<b>Origem e evolução da vida – Hipóteses e teorias</b>	
A origem da vida	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Hipóteses sobre a origem da vida</li><li>• Vida primitiva</li></ul>	
Ideias evolucionistas e evolução biológica	
<ul style="list-style-type: none"><li>• As ideias evolucionistas de Darwin e de Lamarck</li><li>• Mecanismos da evolução das espécies – mutação, recombinação gênica e seleção natural</li><li>• Fatores que interferem na constituição genética das populações – migração, seleção e deriva genética</li><li>• Grandes linhas da evolução dos seres vivos – árvores filogenéticas</li></ul>	

Figura – 1: Relação de conteúdos para o tópico: Origem e Evolução da Vida (SEE/SP, 2008, p. 92)

As habilidades exigidas para o tema Evolução no tópico Origem e Evolução da Vida, do Currículo do Estado de São Paulo, são:

Identificar e caracterizar as evidências da evolução biológica; identificar os mecanismos geradores (mutação e recombinação) e os fatores orientadores (seleção natural) da grande variabilidade dos seres vivos; identificar o papel dos isolamentos geográfico e reprodutivo na formação de novas espécies; reconhecer as principais etapas da evolução dos grandes grupos de organismos; identificar evidências do processo de evolução biológica (fósseis, órgãos análogos, homólogos e vestigiais); identificar as ideias evolucionistas de Darwin e de Lamarck com base na leitura de textos históricos; inferir que o resultado da seleção natural é a preservação e a transmissão para os descendentes das variações orgânicas favoráveis à sobrevivência da espécie no ambiente; estabelecer a relação entre as condições da Terra primitiva e a origem dos primeiros seres vivos; identificar por comparação as conquistas evolutivas de um grupo de seres vivos em relação a outros; interpretar árvores filogenéticas e determinar, nesse tipo de representação, as relações de parentesco entre os seres vivos (SEE/SP, 2008, p. 92).

Como forma de tornar possível uma análise procedimental referente às habilidades e competências, presentes no Currículo do Estado de São Paulo e na matriz de referência do Enem, documento este que serve de base para a elaboração da avaliação do Enem, utilizou-se o referencial teórico baseado em Pozo e Crespo (2009).

## Apresentação dos dados, segundo as modalidades de ensino

Pozo e Crespo (2009) defendem uma organização de conteúdos curriculares dividida em três tipos:

- a) Conteúdos conceituais (fatos/dados, conceitos e/ou princípios), quem dizem respeito ao que o estudante deve saber;
- b) Conteúdos procedimentais (técnicas e/ou estratégias) que se relacionam ao que os estudantes devem saber fazer;
- c) Conteúdos atitudinais (atitudes, normas e valores), focalizando o que os estudantes devem ser.

Visando atingir o objetivo, aqui proposto, foram enfocados os conteúdos procedimentais. Weissmann (1998, p. 33) define o conteúdo procedimental como aquele que possibilita ao estudante atuar de uma determinada maneira e de saber fazer. Tal tipo de conteúdo é deliberado a partir da escolha de um tipo de procedimento.

Nos PCNEMs (1999), essa opinião sobre os conteúdos procedimentais é retomada quando se afirma que: “Os procedimentos expressam um saber fazer, que envolve a tomada de decisões e a realização de uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta” (p. 74). Esse tipo de conteúdo se mostra vinculado aos conteúdos conceituais, na medida em que a manifestação dos procedimentos sustenta-se pela expressão dos conhecimentos adquiridos, como ações voltadas para um saber fazer, decorrente da aprendizagem de conteúdos conceituais relativos a fatos e conceitos (DIAS, 2008).

Considerando os dados supracitados, exhibe-se abaixo, na Tabela – 1, o roteiro organizacional dos procedimentos, proposto por Pozo e Crespo (2009), que foi baseado na funcionalidade, para as atividades de aprendizagem, que está classificado como:

Tabela - 1: Categorização dos Conteúdos Procedimentais proposta por Pozo e Crespo (2009).

Classificação dos Conteúdos Procedimentais	
1. Aquisição da Informação	a) Observação
	b) Seleção de Informação
	c) Busca e capacitação da informação
	d) Revisão e memorização da informação

<b>2. Interpretação da Informação</b>	a) Decodificação ou tradução da informação b) Uso de modelos para interpretar situações
<b>3. Análise da Informação e realização de inferências</b>	a) Análise e comparação da informação b) Estratégias de raciocínio c) Atividades de investigação ou solução de problemas
<b>4. Compreensão e organização conceitual da informação</b>	a) Compreensão do discurso (escrito/oral) b) Estabelecimento de relações conceituais c) Organização conceitual
<b>5. Comunicação da informação</b>	a) Expressão oral b) Expressão escrita c) Outros tipos de expressão

Fonte: Pozo e Crespo (2009)

Seguindo a organização acima apresentada, foram categorizadas as habilidades exigidas para o tema Evolução no tópico Origem e Evolução da Vida, do Currículo do Estado de São Paulo que pode ser conferida no Quadro - 1 abaixo:

Categories	Currículo do Estado de São Paulo
<b>Aquisição da Informação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificar e caracterizar as evidências da evolução biológica;</li> <li>➤ Identificar os mecanismos geradores (mutação e recombinação) e os fatores orientadores (seleção natural) da grande variabilidade dos seres vivos;</li> <li>➤ Identificar o papel dos isolamentos geográfico e reprodutivo na formação de novas espécies;</li> <li>➤ Reconhecer as principais etapas da evolução dos grandes grupos de organismos;</li> <li>➤ Identificar evidências do processo de evolução biológica (fósseis, órgãos análogos, homólogos e vestigiais);</li> <li>➤ Identificar as ideias evolucionistas de Darwin e de Lamarck com base na leitura de textos históricos;</li> <li>➤ Identificar por comparação as conquistas evolutivas de um grupo de seres vivos em relação a outros;</li> </ul>
<b>Interpretação da informação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Interpretar árvores filogenéticas e determinar, nesse tipo de representação, as relações de parentesco entre os seres vivos.</li> </ul>
<b>Análise da Informação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Inferir que o resultado da seleção natural é a preservação e a transmissão para os descendentes das variações orgânicas favoráveis à sobrevivência da espécie no ambiente;</li> </ul>
<b>Compreensão da informação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estabelecer a relação entre as condições da Terra primitiva e a origem dos primeiros seres vivos;</li> </ul>
<b>Comunicação da informação</b>	

Quadro – 1: Habilidades exigidas para o tema Evolução no tópico Origem e Evolução da Vida, do Currículo do Estado de São Paulo categorizada segundo o proposto por Pozo e Crespo (2009).

Continuando na mesma linha, foram categorizadas as habilidades exigidas para o Ensino de Evolução presente na matriz de referência do Enem (Quadro – 2).

Matriz do Enem	
Aquisição da Informação	
Interpretação da informação	
Análise da Informação	
Compreensão da informação	<p><b>H16</b> – Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos;</p> <p><b>H28</b> – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.</p>
Comunicação da informação	

Quadro – 2: Habilidades exigidas para o Ensino de Evolução presente na matriz de referência do Enem

Transformando os dados supracitados em porcentagens, percebe-se que há discrepância entre as categorias mencionadas, sendo prevalente a categoria *Aquisição da Informação* no Currículo do Estado de São Paulo (70%) e da categoria *Compreensão da Informação* (100%) na matriz do Enem.

Ao analisar todas as avaliações do Enem, desde sua primeira edição (em 1998) até a edição de 2010, pôde-se verificar que o total de questões que envolviam o tema Evolução são 17. Na sequência, foram categorizadas essas questões segundo a organização de Pozo e Crespo (2009), que pode ser conferida na Tabela 2 a seguir:

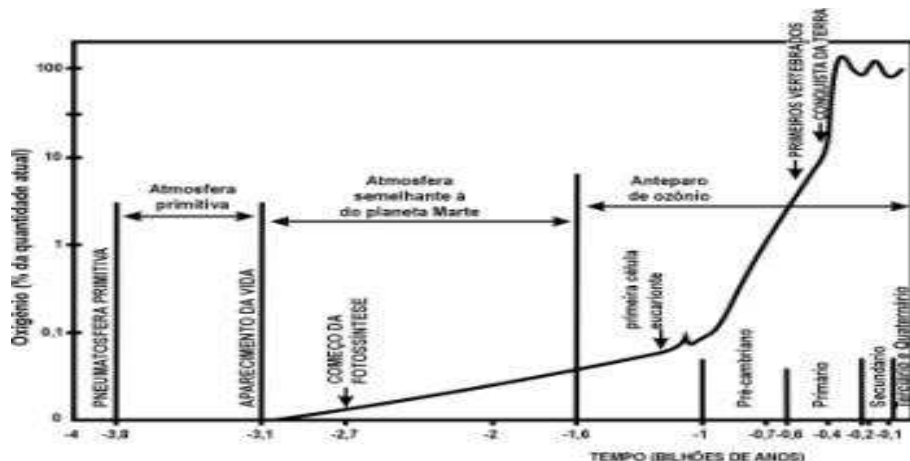
Tabela 2 – Número de questões e percentuais encontradas nas edições do Enem

Categoria	Nº de Questões	Porcentagem
<b>Aquisição</b>	0	0 %
<b>Interpretação</b>	3	18,5 %
<b>Análise</b>	4	23,5 %
<b>Compreensão</b>	10	58 %
<b>Comunicação</b>	0	0 %

Com a finalidade de embasar as discussões propostas por este trabalho, apresentam-se a seguir algumas questões, relativas ao tema Evolução, solicitadas pelos Enem.

No primeiro exemplo, apresenta-se uma questão, proposta no Enem de 2000, em que se observa a categoria *Interpretação da informação*, pois exige do estudante, para resolução deste exercício, apenas uma interpretação do gráfico dado:

O gráfico abaixo representa a evolução da quantidade de oxigênio na atmosfera no curso dos tempos geológicos. O número 100 sugere a quantidade atual de oxigênio na atmosfera, e os demais valores indicam diferentes porcentagens dessa quantidade.



De acordo com o gráfico é correto afirmar que:

- (A) as primeiras formas de vida surgiram na ausência de O<sub>2</sub>.
- (B) a atmosfera primitiva apresentava 1% de teor de oxigênio.
- (C) após o início da fotossíntese, o teor de oxigênio na atmosfera mantém-se estável.
- (D) desde o Pré-cambriano, a atmosfera mantém os mesmos níveis de teor de oxigênio.
- (E) na escala evolutiva da vida, quando surgiram os anfíbios, o teor de oxigênio atmosférico já se havia estabilizado.

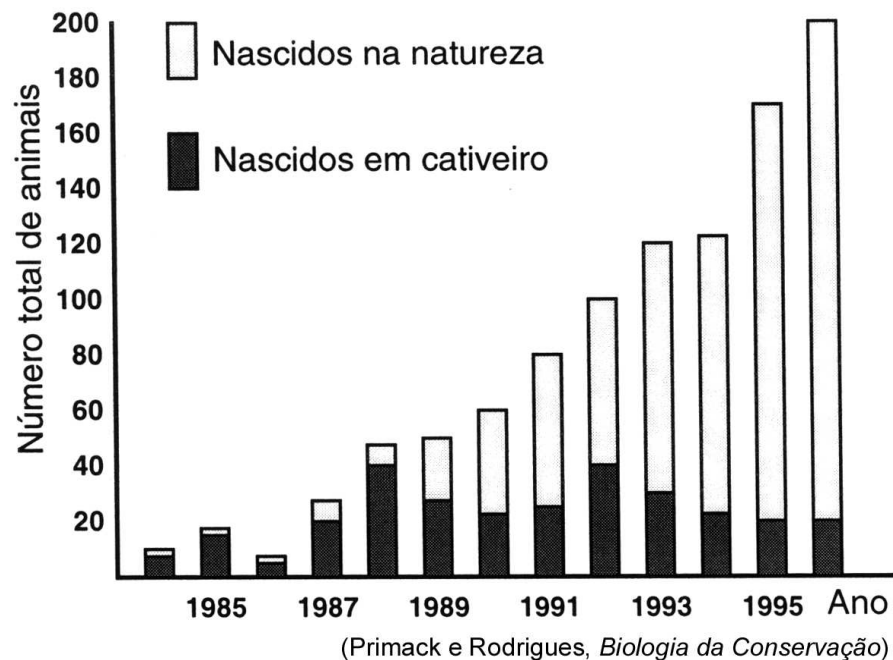
Neste segundo exemplo do Enem de 2001, encontra-se a categoria *Compreensão e organização conceitual da informação*, pois conforme pode ser verificado a seguir, para se chegar a resposta deste exercício é necessário que o aluno compreenda o discurso e estabeleça relações conceituais entre os dados apresentados na introdução e o conjunto de respostas, de modo a responder corretamente:

*“Os progressos da medicina condicionaram a sobrevivência de número cada vez maior de indivíduos com constituições genéticas que só permitem o bem-estar quando seus efeitos são devidamente controlados através de drogas ou procedimentos terapêuticos. São exemplos os diabéticos e os hemofílicos, que só sobrevivem e levam vida relativamente normal ao receberem suplementação de insulina ou do fator VIII da coagulação sanguínea”* SALZANO, M. Francisco. *Ciência Hoje*: SBPC: 21(125), 1996.

Essas afirmações apontam para aspectos importantes que podem ser relacionados à evolução humana. Pode-se afirmar que, nos termos do texto,

- (A) os avanços da medicina minimizam os efeitos da seleção natural sobre as populações.
- (B) os usos da insulina e do fator VIII da coagulação sanguínea funcionam como agentes modificadores do genoma humano.
- (C) as drogas medicamentosas impedem a transferência do material genético defeituoso ao longo das gerações.
- (D) os procedimentos terapêuticos normalizam o genótipo dos hemofílicos e diabéticos.
- (E) as intervenções realizadas pela medicina interrompem a evolução biológica do ser humano.

Por fim, exibiu-se questão da categoria *Análise da informação e realização de inferências*, presente do Enem de 2004, em que para ser corretamente respondida, solicita do aluno que além de interpretar o gráfico em forma de barras, que ele tire uma conclusão de sua interpretação, como pode ser visto em seguida:



Programas de reintrodução de animais consistem em soltar indivíduos, criados em cativeiro, em ambientes onde sua espécie se encontra ameaçada ou extinta. O mico-leão-dourado da Mata Atlântica faz parte de um desses programas. Como faltam aos micos criados em cativeiro habilidades para sobreviver em seu habitat, são formados grupos sociais desses micos com outros capturados na natureza, antes de soltá-los coletivamente. O gráfico mostra o número total de animais, em uma certa região, a cada ano, ao longo de um programa de reintrodução desse tipo.

A análise do gráfico permite concluir que o sucesso do programa deveu-se:

- (A) à adaptação dos animais nascidos em cativeiro ao ambiente natural, mostrada pelo aumento do número de nascidos na natureza.
- (B) ao aumento da população total, resultante da reintrodução de um número cada vez maior de animais.
- (C) à eliminação dos animais nascidos em cativeiro pelos nascidos na natureza, que são mais fortes e selvagens.
- (D) ao pequeno número de animais reintroduzidos, que se mantiveram isolados da população de nascidos na natureza.
- (E) à grande sobrevivência dos animais reintroduzidos, que compensou a mortalidade dos nascidos na natureza.

## Análise e discussões

Como forma de sustentar a relação existente entre o exame do Enem e o Currículo do Estado de São Paulo buscou-se subsídios no Caderno do Professor, pois, conforme citado inicialmente, este caderno, junto ao Currículo, perfaz o conjunto de documentos que servem de indicação sobre o conteúdo a ser ministrado aos alunos da rede pública estadual. Os cadernos são distribuídos para professores de 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> série do Ensino Fundamental e da 1<sup>a</sup> a 3<sup>a</sup> série do Ensino Médio, sendo organizados por bimestre, por série ou por matéria. Dentro do material há Situações de Aprendizagem que orientam os docentes sobre os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Segundo o site *São Paulo faz Escola*, este material é complementar ao material didático.

Ao analisar os Cadernos do Professor, observou-se que Ensino de Evolução pode ser encontrado ao longo de diversas Situações de Aprendizagem dos quatro cadernos para o Ensino Médio, o que corrobora a ideia de evolução como articuladora do conhecimento biológico. Já no primeiro Caderno, tem-se a discussão sobre árvores filogenéticas. No

segundo, encontram-se debates em relação à diversidade de plantas e animais. No quarto Caderno busca-se desenvolver habilidades do pensar relativas à evolução dos hominídeos e sobre a intervenção antrópica no processo evolutivo. Por fim, dentro do terceiro Caderno é que nos deparamos com a conceituação de Evolução Biológica, no qual a Situação de Aprendizagem 2, nomeada: *Evolução: os seres em transformação*, previsto para ser ministrado em oito aulas, tem um texto que apresenta as seguintes informações:

O objetivo desta Situação de Aprendizagem é discutir o conceito de evolução a partir do estudo das evidências evolutivas e promover a comparação das teorias evolutivas de Darwin e Wallace e de Lamarck. Além disso, uma situação-modelo permite que sejam evidenciados os principais mecanismos evolutivos.

**Conteúdos e temas:** evidências evolutivas; ideias evolucionistas de Darwin e Wallace e de Lamarck; adaptação e os mecanismos de evolução das espécies: mutação e seleção natural; fatores que interferem na constituição genética das populações: migrações, mutações, seleção e deriva gênica.

**Competências e habilidades:** compreender e discutir as evidências da evolução biológica; identificar os mecanismos geradores (mutação e recombinação) e fatores orientadores (seleção natural) da grande variabilidade dos seres vivos; identificar a estreita relação entre os seres vivos e os ambientes; identificar o papel dos isolamentos geográfico e reprodutivo na formação de novas espécies; reconhecer as principais etapas da evolução dos grandes grupos de organismos (SEE, 2009, Caderno 3, p. 20).

Ao analisar os exercícios dispostos nas avaliações do Enem, desde sua primeira edição, e relacionando-os com as Situações de Aprendizagem encontradas nos Cadernos do Professor, buscou-se verificar se as habilidades exigidas na avaliação são discutidas pelos Cadernos e, assim, traçar comparações que possibilitem fazer algumas inferências relativas aos materiais. Com isso, baseando-se nos exemplos de exercícios de Enem dados anteriormente, exibiremos as habilidades propostas nas atividades dos Cadernos do Professor, que permitiriam a resolução de tais exercícios.

Em relação ao primeiro exemplo do Enem de 2000, no qual se observa a categoria *Interpretação da informação*, pode se encontrar no Caderno 3 do Estado o seguinte gráfico:

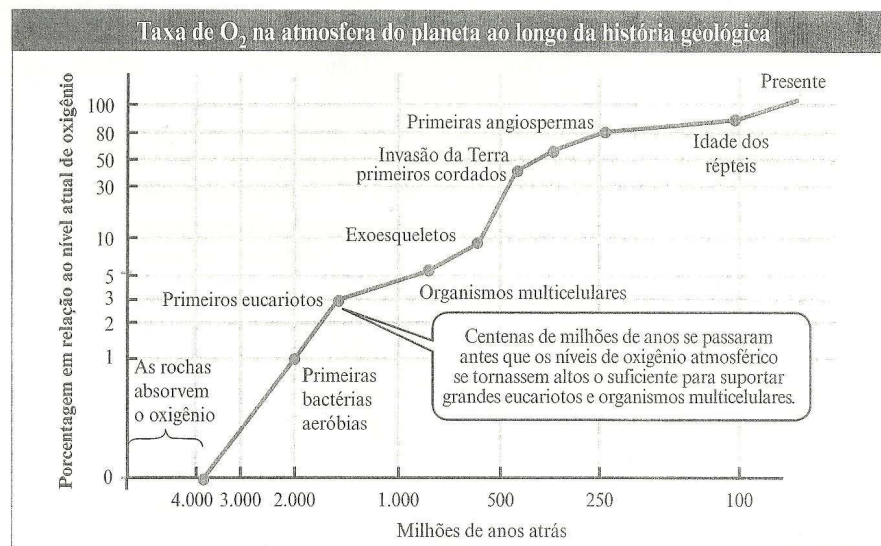


Gráfico 1 – Os eixos do gráfico estão em escala logarítmica.

Fonte: PURVES, W; SADAVA, D.; ORIAN, G.; HELLER, H. *Vida: a ciência da Biologia*. 6. ed. Trad. Anapaula Somer Vinagre et al. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 382.

Pode-se observar que neste gráfico, exige-se que o professor trabalhe as habilidades e competências similares a da avaliação (interpretação de gráfico) para sua discussão, o que serve de subsídio para desenvolvimento do exemplo dado do Enem 2000.

No exemplo do Enem de 2001, cuja categoria é de *Compreensão e organização conceitual da informação*, encontrou-se discussão similar no Caderno do Professor, no qual se pode notar, também, que após apresentar possíveis respostas para os exercícios, o autor do capítulo sugere uma discussão contextual do tema:

1. Como os testes e os tratamentos interferem na frequência dos genes nas futuras gerações em cada um dos processos?

*No caso das doenças genéticas. Medicamentos ou tratamentos especiais minimizam os efeitos de genes que são naturalmente deletérios. Mas os genes que causam essas doenças continuam a ser transmitidos para os descendentes, mantendo-se na população, isto é, não são eliminados com seus portadores.*

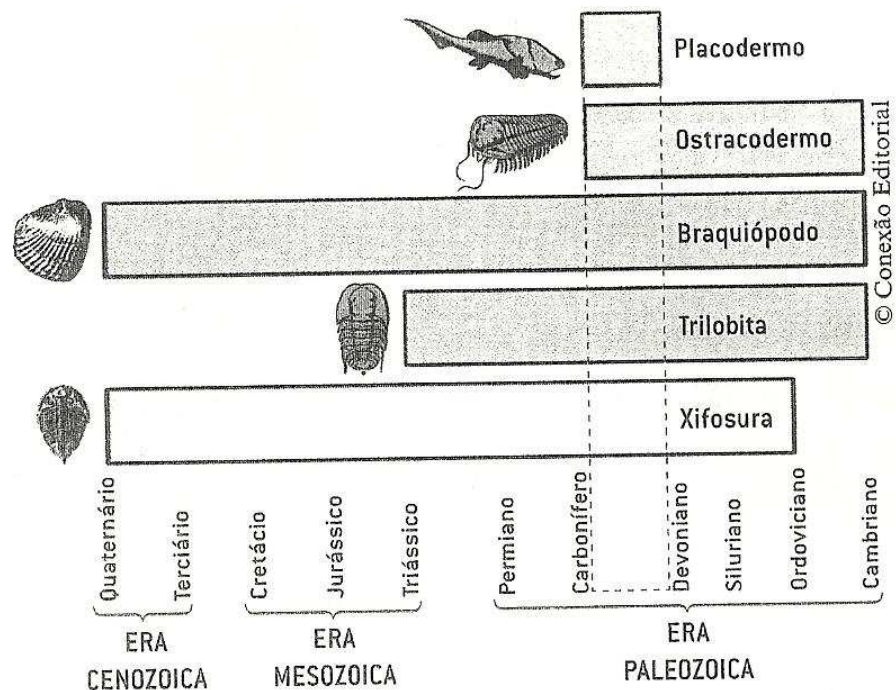
2. Quais consequências esse fato poderá trazer para a humanidade a longo prazo?

*Espera-se que os alunos identifiquem os avanços da medicina como fatores evolutivos, uma vez que interferem na variação da frequência gênica e contribuem a longo prazo com a evolução dessa população.*

Após essa discussão, espera-se que os alunos possam concluir que a evolução está acontecendo continuamente ao nosso redor: nas cidades, nos jardins, nas matas, nas lagoas, nos rios e nos córregos, nas fazendas e em hospitais; e para os organismos muito pequenos, como vírus, bactérias e insetos, a evolução pode acontecer em uma escala de tempo muito curta. Um bom exemplo é o surgimento de novas variedades de vírus causadores de doenças como a gripe e a aids.

A atividade acima, presente no Caderno 4, debate a intervenção antrópica e sua relação com a evolução biológica, fazendo alusão ao papel da medicina como uma atividade, cuja intervenção, reflete em uma minimização da ação da seleção natural. Há um texto posterior à atividade que trata da relação microorganismo-homem, que poderia colaborar na resolução do exemplo dado do Enem 2001.

Por fim, no último exemplo do Enem 2004, da categoria *Análise da informação e realização de inferências*, encontrou-se uma atividade presente no Caderno 3, visto a seguir:



Observando esse esquema, os paleontólogos concluíram que o período geológico em que haviam encontrado essa nova espécie era o Devoniano, tendo ela uma idade estimada entre 405 milhões e 345 milhões de anos.

Destes cinco grupos de animais que estavam associados à nova espécie, aquele que foi determinante para a definição do período geológico em que ela foi encontrada é:

- a) xifosura, grupo muito antigo, associado a outros animais.
- b) trilobita, grupo típico da era Paleozóica.
- c) braquiópodo, grupo de maior distribuição geológica.
- d) ostracodermo, grupo de peixes que só aparece até o Devoniano.
- e) placodermo, grupo que só existiu no Devoniano.

Esta atividade, além de trazer um gráfico em barras, exige do aluno e do professor que busquem traçar relação entre o gráfico e suas informações, importante para a resolução desta atividade e do Enem 2004.

## Conclusão e considerações finais

Após se analisar os documentos (Currículo do estado de São Paulo, Matriz do Enem, Avaliações do Enem, desde sua primeira à edição de 2010, e Cadernos do Professor) pôde-se concluir que, com relação ao tema Evolução Biológica, as Situações de Aprendizagem, presentes nos Cadernos do Professor, se desenvolvidas e bem discutidas, fornecem subsídios para a realização dos exercícios presentes na avaliação do Enem.

Porém cabe evidenciar que existe alguma discrepância entre a Matriz do Enem e os exercícios presentes nas avaliações do mesmo. Pois conforme evidenciado, a Matriz dispõe 100% de suas habilidades e competências (H16 e H28) na categoria *Compreensão e organização conceitual da informação*. Entretanto ao se analisar os exercícios, notou-se que havia outras categorias presentes em seus exercícios (*Interpretação*, com 18,5 %, *Análise*, com 23,5 % e *Compreensão*, com 58 %).

Por fim, cabe ressaltar que ao analisar os Cadernos do Professor, foram encontradas diversas atividades que utilizam os exercícios do próprio Enem, o que corrobora as afirmações produzidas por este trabalho, pois apresenta elementos que demonstram interesse dos autores destes Cadernos, de que os estudantes estejam preparados para resolução dos exercícios propostos por esse sistema de avaliação.

Considera-se importante uma proposta de continuidade desta pesquisa, que teria como propósito investigar a correspondência entre as aprendizagens (ou os conteúdos procedimentais) preconizadas, de um lado, pelas matrizes de referência do SARESP e do ENEM e, de outro, pela pesquisa acadêmica sobre o tema evolução biológica.

## Referências bibliográficas –

BIZZO, N. M. V. **Ensino de Evolução e História do Darwinismo**. 302f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

CICILLINI, G. A. **Evolução Enquanto um Componente Metodológico para o Ensino de Biologia do 2º Grau**: análise da concepção de evolução em livros didáticos. Dissertação (Mestrado em Educação). 230f. Faculdade de Educação da UNICAMP, 1991.

DIAS, F. M. G.; BORTOLOZZI, J. Como a evolução biológica é tratada nos livros didáticos do ensino médio. In: ENPEC, VII, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: UFSC, 2009.

DIAS, M. A. S. **Dificuldades na aprendizagem dos conteúdos de Biologia: Evidências a partir das provas do vestibular da UFRN**. Tese (Doutorado em Educação) Centro de Ciências Sociais Aplicada, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008.

FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. Tradução: Mário de Vivo. 2ª ed. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética/CNPq, 1992.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)**: fundamentação teórico-metodológica. Brasília: O Instituto, 2005.

MEGLHIORATTI, F. A. **Historia da construção do conceito de evolução biológica**: possibilidades de uma percepção dinâmica da ciência pelos professores de Biologia. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista: “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2004.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico; Tradução Naila Freitas. 5ª ed. Porto Alegre: Artimed, 2009.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Ensino de Evolução: Uma experiência na formação inicial de professores de Biologia. In: TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini; RAZERA, Júlio César Castilho (orgs.). **Ensino de Ciências**: Pesquisas e pontos em discussão. Campinas: Komedi, 2009.

SEE/SP. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Caderno do Professor**: Ciências da Natureza e suas tecnologias. 1º, 2º, 3º e 4º Cadernos. São Paulo: SEE, 2009.

SEE/SP. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Currículo do Estado de São Paulo**: Ciências da Natureza e suas tecnologias. São Paulo: SEE, 2010.

WEISSMANN, H. **Didática das ciências naturais**: contribuições e reflexões. Porto Alegre: Artimed, 1998.