



**UMA ANÁLISE DO DESEMPENHO DOS PARTICIPANTES E DO CONTEÚDO ABORDADO EM ITENS DE GENÉTICA E BIOLOGIA EVOLUTIVA DO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM): IMPLICAÇÕES CURRICULARES**

*An analysis of the students performance and the content covered in the items of Genetics and Evolutionary Biology of the National High School Exam (ENEM): curricular implications*

**Débora Cristina Cestaro** [deboracristinacestaro@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Genética (PPG-GEN)*

*Universidade Federal do Paraná*

*Avenida Coronel Francisco H. dos Santos, 100, Curitiba, Paraná, Brasil.*

**Maurício Urban Kleinke** [kleinke@ifi.unicamp.br]

*Departamento de Física Aplicada*

*Universidade Estadual de Campinas*

*Rua Sérgio Buarque de Holanda, 777, Campinas, São Paulo, Brasil.*

**Lupe Furtado Alle** [lupealle@gmail.com]

*Programa de Pós-Graduação em Genética (PPG-GEN), Departamento de Genética*

*Universidade Federal do Paraná*

*Avenida Coronel Francisco H. dos Santos, 100, Curitiba, Paraná, Brasil.*

### **Resumo**

Nas últimas décadas, a Genética e a Biologia Evolutiva se tornaram áreas promissoras e intrigantes para a sociedade. No entanto, apesar de seus conceitos passarem a ser considerados importantes na formação de cidadãos críticos e com responsabilidade social, professores e estudantes continuam a relatar dificuldades ao longo do processo de ensino-aprendizagem nessas áreas. Visando compreender e mensurar as dificuldades existentes por parte dos estudantes brasileiros, foi realizada uma pesquisa de natureza documental, de abordagem quanti-qualitativa, por meio da qual foram analisados o desempenho dos participantes e o conteúdo dos itens das provas regulares de Ciências da Natureza, referentes ao Exame Nacional do Ensino Médio de 2012 a 2016. Os resultados obtidos permitiram elencar fatores e objetos do conhecimento relacionados ao menor rendimento dos participantes em itens de Genética e Biologia Evolutiva, quando comparado às demais áreas da Biologia e das Ciências da Natureza. Assim, evidenciando a necessidade de mudanças no ensino-aprendizagem para uma aprendizagem significativa da Genética e da Biologia Evolutiva, bem como identificando aspectos a serem considerados durante a elaboração de itens avaliativos, tais como a construção de alternativas equilibradas entre si, o uso da linguagem científica e a apresentação do problema de forma objetiva e clara, por meio de contextualização adequada. Ao longo desse trabalho são incentivadas reflexões acerca do currículo escolar de Ciências e Biologia e proposta a abordagem de conceitos básicos da Genética e da Biologia Evolutiva, de forma gradativa e coerente com o desenvolvimento dos estudantes e as habilidades da BNCC, desde o Ensino Fundamental.

**Palavras-Chave:** Item de avaliação; Ensino-aprendizagem; Ciências da Natureza; Objetos do conhecimento; BNCC.

### **Abstract**

In the last decades, Genetics and Evolutionary Biology have become promising and intriguing areas. However, although their concepts are considered important in the formation of critical and socially responsible citizens, Brazilian teachers and students continue to report difficulties throughout the teaching-learning process in these areas. In order to understand and measure the difficulties of Brazilian students, a documentary research was carried out, with a quantitative and qualitative approach, through which the performance of the participants and the content of the items of the regular tests in Natural Sciences were analyzed, referring to the National High School Examination from 2012 to 2016. The obtained results allowed identification of factors and objects

of knowledge related to the low performance of the participants in items of Genetics and Evolutionary Biology, when compared to the other areas of Biology and Natural Sciences. Thus, evidencing the need for changes in teaching-learning for a meaningful learning of Genetics and Evolutionary Biology, as well as identifying aspects to be considered during the elaboration of evaluative items, such as the construction of balanced alternatives, the use of scientific language and the presentation of the problem in an objective and clear way. Moreover, throughout this work, reflections on the science and biology school curriculum are encouraged and an approach to basic concepts of Genetics and Evolutionary Biology is proposed, in a gradual and coherent way with the development of students and the skills of BNCC, since Elementary School.

**Keywords:** Item analysis; Teaching-learning; Natural Sciences; Knowledge objects; BNCC.

## **O ENSINO-APRENDIZAGEM EM GENÉTICA E BIOLOGIA EVOLUTIVA: IMPORTÂNCIA E DIFICULDADES**

A ciência e a tecnologia estão fortemente interligadas entre si e com a sociedade. Se por um lado o contexto social influencia diretamente no processo de construção e aplicação do conhecimento, por outro as mudanças tecnocientíficas provocam impactos na vida em sociedade.

Nas últimas décadas, os avanços científicos e tecnológicos exponenciais interferiram não apenas em nossa forma de vivenciar o mundo, mas também no modo de interagir uns com os outros e de produzir e compartilhar conhecimentos.

No âmbito da ciência, o acúmulo de conhecimento e o crescente uso de aparatos tecnológicos do último século favoreceram novas descobertas, aceleraram processos e aproximaram pesquisadores de diferentes grupos e países, facilitando tanto o desenrolar das pesquisas científicas, quanto a obtenção e a partilha de resultados relevantes.

As informações mais recentes, associadas aos conhecimentos historicamente construídos e sistematizados e às infinitas possibilidades de pesquisa, favoreceram a consolidação de áreas mais recentes da ciência. Com os avanços da Biologia Molecular, por exemplo, a Genética e a Biologia Evolutiva se tornaram cada vez mais atrativas aos pesquisadores e promissoras para a sociedade. Ao mesmo tempo em que nos permitiram conhecer melhor o organismo humano, a diversidade intraespecífica e a dinâmica das populações e ecossistemas, essas áreas de estudo trouxeram à tona importantes discussões éticas a respeito do processo de produção e aplicação do conhecimento científico e tecnológico (Alvarez, 2010; Gattás, Segre, & Wünsch Filho, 2002; La Luna, 2014; Ministério da Educação [MEC], 2000; Pedrancini, Corazza-Nunes, Moreira, & Ribeiro, 2007).

Além disso, uma vez que os transgênicos, terapias gênicas e outros adventos biotecnológicos se tornaram cada vez mais estudados e discutidos por seus benefícios para a economia, saúde e qualidade de vida dos seres humanos, compreendê-los tornou-se necessário (MEC, 2000, 2002, 2013).

Dessa forma, conhecer moléculas responsáveis pela vida e mecanismos de perpetuação das espécies, bem como entender a importância da biodiversidade e do equilíbrio ecológico para a manutenção da vida no planeta se fez essencial. Assim, a compreensão de conceitos básicos e suas aplicações tornam-se elementos imprescindíveis para um posicionamento crítico e criterioso em relação às intervenções humanas no mundo contemporâneo (MEC, 2000, 2002, 2006).

Os documentos nacionais que regem e orientam a Educação Básica passaram a reforçar a importância do conhecimento científico nessas áreas para a formação de um cidadão. Incentivando o desenvolvimento de competências e habilidades que preparem o estudante para situações reais e permitam que conhecimentos sejam recursos para que o indivíduo identifique problemas, julgue impasses, elabore argumentos e, se necessário, posicione-se perante assuntos polêmicos que envolvam genética, evolução biológica e biotecnologia (MEC, 2000, 2002, 2006, 2013).

A necessidade da abordagem desta temática na Educação Básica, e não em um currículo voltado apenas para os especialistas (MEC, 2002, 2013), é reforçada pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) – um documento normatizador que, na tentativa de garantir a equidade educacional no país, elenca as aprendizagens essenciais de direito das crianças, adolescentes, jovens e adultos brasileiros (Resolução 02, 2017).

Com o intuito, também, de nortear a construção dos currículos em todos os estados e municípios brasileiros, a BNCC disponibiliza orientações e uma lista de habilidades específicas para cada componente curricular ou área do conhecimento. De caráter obrigatório, esse documento deve ser respeitado por todas as instituições de Ensino Infantil, Fundamental e Médio no Brasil, sejam elas públicas ou privadas (MEC, 2018).

De maneira positiva para o processo de ensino-aprendizagem em Genética e Biologia Evolutiva, como também para a compreensão das ciências e da Biologia de modo geral, a BNCC elege “Vida e evolução” como uma das três unidades temáticas do componente de Ciências no Ensino Fundamental e, dando continuidade à essa proposta, traz “Vida, Terra e Cosmos” como uma das duas unidades temáticas para a área das Ciências da Natureza e suas tecnologias no Ensino Médio. Dessa forma, apresenta habilidades que permitem a discussão de conceitos biológicos importantes para a compreensão da Genética e da Biologia Evolutiva, de maneira gradativa, desde os anos iniciais do Ensino Fundamental até o Ensino Médio (MEC, 2018).

No entanto, apesar de os documentos brasileiros e pesquisas em educação e ensino se preocuparem com o ensino-aprendizagem nessas áreas já há alguns anos, dificuldades de estudantes e professores em Genética e Biologia Evolutiva – tanto no âmbito escolar, como acadêmico – continuam sendo relatadas.

Temp e Bartholomei-Santos (2014) verificaram que os concluintes do Ensino Médio – matriculados em escolas públicas e privadas – apresentam uma série de concepções errôneas relacionadas à Genética. Segundo esses autores, o fato desses estudantes declararem não ter estudado determinados conteúdos ou não conseguirem lembrar conceitos, apenas um ano após o contato com tal assunto, remete a falhas no processo de ensino-aprendizagem. Para eles o ensino de Genética é descontextualizado e preza pela memorização de conteúdos, dificultando, principalmente, a aplicação de conhecimentos dessa área em problemas e situações reais.

Conforme Santos Filho, Alle e Leme (2018), os estudantes chegam ao ensino superior com defasagem em Genética e, ainda que aperfeiçoem seus conhecimentos durante a graduação, não atingem níveis satisfatórios de aprendizado. De acordo com esses autores, as dificuldades de aprendizagem em Genética acabam diminuindo o interesse dos estudantes nessa temática e podem estar relacionadas, entre outros fatores, com a forma de abordagem do conteúdo e com a complexidade dos termos da área.

A linguagem utilizada, assim como o envolvimento da matemática em determinados conteúdos e o ensino fragmentado de conceitos e processos, também são citados por Cid e Neto (2005) como aspectos desfavoráveis à aprendizagem em Genética.

De forma semelhante, problemas relacionados com o ensino-aprendizagem em Biologia Evolutiva foram reconhecidos por diferentes autores. Tidon e Vieira (2009) citam materiais didáticos, currículos escolares, aspectos culturais dos estudantes e fragilidades na formação dos professores como fatores que dificultam o entendimento da evolução biológica.

Segundo Oleques, Bartholomei-Santos e Boer (2011), há professores de Biologia do Ensino Médio que não dominam adequadamente conceitos evolutivos e, assim, não estão aptos a detectar compreensões equivocadas ou auxiliar na superação das dificuldades de seus educandos. Tal falha no processo de formação dos docentes foi confirmada por Nobre, Lopes e Farias (2018), que observaram a insatisfação dos professores quanto à sua qualificação profissional e preparo para ministrar aulas a respeito da evolução biológica.

Além desses fatores pedagógicos, há ainda estudos que investigam as relações entre aspectos culturais e as dificuldades no processo de ensino-aprendizagem em Biologia Evolutiva. Pereira, Bizzo e Marco (2013) demonstraram que 72,6% dos estudantes brasileiros investigados não considera sua religião impedimento para acreditar na evolução biológica. Por outro lado, Almeida e Chaves (2014) descreveram como a principal dificuldade relatada por professores conciliar a informação científica com os dogmas religiosos dos estudantes – demonstrando que, ainda que seja uma percepção oriunda dos docentes ou das instituições de ensino, aspectos culturais e concepções prévias podem dificultar o processo de ensino-aprendizagem referente a essa temática.

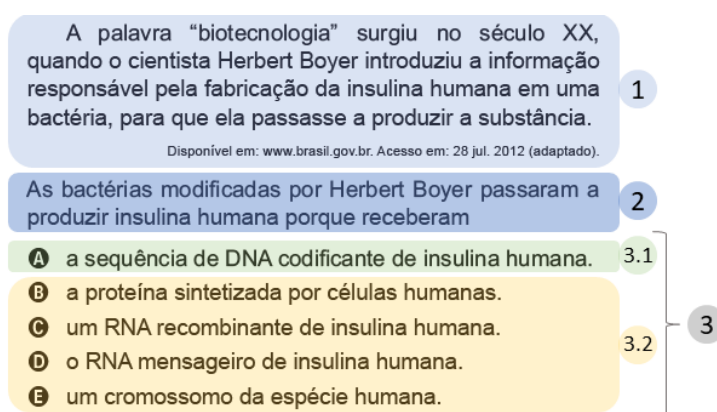
## **Exame Nacional do Ensino Médio**

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi aplicado pela primeira vez em 1998 e, desde então, é realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).

Criado com o intuito de avaliar o desempenho e as competências dos estudantes que concluíam a Educação Básica, o Enem é, atualmente, utilizado também como modalidade alternativa ou complementar para a seleção de estudantes que pretendem ingressar em cursos de Ensino Superior, bem como candidatar-se a bolsas de estudo e programas de financiamento e apoio estudantil (FTD, 2017; Inep, 2018a, 2019a).

Os participantes do Enem são avaliados durante dois dias, para tanto sendo necessário redigir um texto dissertativo-argumentativo a respeito de uma situação-problema e responder 180 questões contextualizadas de múltipla-escolha.

Cada uma dessas questões – denominada item – é composta por três partes: texto-base, enunciado e alternativas (Figura 1). Em seu texto-base, que pode ser verbal ou não verbal, cada item apresenta uma situação-problema de forma contextualizada e objetiva. O enunciado, por sua vez, determina a tarefa a ser realizada pelo estudante e pode ser um questionamento ou se apresentar como uma sentença que precisa de complementação para ser corretamente respondida. Dentre as cinco alternativas de cada item, há apenas uma correta, o gabarito. Enquanto há outras quatro alternativas que devem ser plausíveis e capazes de atrair estudantes com uma determinada linha de raciocínio, porém que não respondem ao que o enunciado pede de maneira adequada. Estas quatro alternativas são chamadas de distratores (Inep, 2010).



**Figura 1** – Representação esquemática da estrutura dos itens do Enem (Questão 74, caderno azul, Enem 2015). 1. Texto-base. 2. Enunciado. 3. Alternativas. 3.1 Gabarito. 3.2. Distratores.

No Enem, os componentes curriculares estão agrupados em quatro áreas do conhecimento: Ciências da Natureza e suas tecnologias (Química, Física e Biologia); Linguagens, Códigos e suas tecnologias (Língua Portuguesa, Língua Estrangeira Moderna, Literatura, Artes, Educação Físicas e Tecnologias da informação); Matemática e suas tecnologias (Matemática) e Ciências Humanas e suas tecnologias (Geografia, História, Filosofia, Sociologia e Atualidades).

Desde 2009, cada uma dessas áreas compõe uma prova objetiva – com 45 questões – estruturada a partir de uma Matriz de Referência<sup>1</sup>. Essa Matriz descreve tanto os objetos do conhecimento abordados nos itens, quanto os cinco eixos cognitivos comuns e as competências e habilidades específicas pelos quais o participante é avaliado em cada prova.

As provas objetivas do Enem são corrigidas a partir do modelo de Teoria de Resposta ao Item (TRI). Um modelo matemático que permite atribuir pontuação diferenciada para cada questão respondida, não focando apenas no total de acertos no exame, mas sim no grau de dificuldade de cada item acertado e no padrão de respostas do participante. Contribuindo, assim, para discriminar acertos casuais de acertos reflexivos, analíticos, obtidos pelo domínio de determinadas competências e habilidades (FTD, 2017; Inep, 2012; MEC, 2011).

Além de poderem ser utilizados como autoavaliação pelo estudante e como critério em processos seletivos, os resultados do Enem fornecem indicadores educacionais e permitem reflexões acerca do currículo escolar e das práticas de ensino brasileiras (Inep, 2019a; Edital n. 14, 2019).

<sup>1</sup> A Matriz de Referência do Exame Nacional do Ensino Médio encontra-se disponível em: <[http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz\\_referencia.pdf](http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf)>. Acesso: 22 jun.2020.

A existência desses dados, a importância do desenvolvimento de habilidades e competências relacionadas à Genética e à Biologia Evolutiva, bem como as dificuldades de estudantes e professores, já descritas nessas áreas da Biologia, nos motivam a realizar novas investigações.

Dessa forma, ao longo desse trabalho, iremos verificar se as já documentadas dificuldades no ensino-aprendizagem de Genética e Biologia Evolutiva são refletidas no desempenho dos participantes durante a resolução de itens do Enem que versam sobre essa temática, bem como, se essas dificuldades podem ser mensuradas e atribuídas a fatores específicos. Além disso, serão investigados os objetos do conhecimento listados na Matriz de Referência do Enem para Biologia, a fim de levantar quais tópicos e conteúdos demonstram ser menos compreendidos pelos estudantes brasileiros, de acordo com a amostra analisada.

## METODOLOGIA

A fim de compreender o desempenho dos participantes do Enem na prova de Ciências da Natureza e suas tecnologias, principalmente no que diz respeito às questões que exigem conhecimentos e habilidades relacionadas às áreas de Genética e Biologia Evolutiva, foi realizada uma pesquisa documental quanti-qualitativa, tendo como base as planilhas com dados numéricos fornecidas pelo Grupo de Ensino e Avaliação da Universidade Estadual de Campinas e os cadernos de provas do Enem equivalentes ao período e tipo de prova dos dados estatísticos obtidos por meio de tal parceria.

Tais dados estatísticos fornecem informações referentes ao número de participantes que assinalou cada uma das cinco alternativas dos 225 itens das provas regulares de Ciências da Natureza e suas tecnologias, do período de 2012 a 2016 e fazem alusão apenas aos participantes que, em cada ano da amostra, realizaram a produção textual e preencheram adequadamente o gabarito referente às provas objetivas das quatro áreas de conhecimento. Dessa maneira, totalizando 6.762.538 participantes, inscritos no Enem durante o período de 2012 a 2016, cujas respostas nos itens das provas de Ciências da Natureza e suas tecnologias foram consideradas nesse trabalho.

Após o levantamento e a organização da amostra documental, a primeira etapa de análise de dados desta pesquisa (etapa I) consistiu na classificação dos itens das provas regulares do Enem, aplicadas no período de 2012 a 2016, de acordo com o componente curricular predominante em cada questão. Esta classificação foi realizada a partir da comparação entre o conteúdo de cada questão e a lista de objetos de conhecimento descrita na Matriz de Referência do Enem.

Uma vez classificados todos os itens de Ciências da Natureza, na etapa II foram feitos dois tipos de análise para cada uma das cinco provas da amostra: 1) a análise das frequências relativas de acertos dos 45 itens de Ciências da Natureza e seus subgrupos e 2) a análise detalhada dos itens de Genética e Biologia Evolutiva, principalmente, quanto ao seu conteúdo e estrutura (Figura 2).

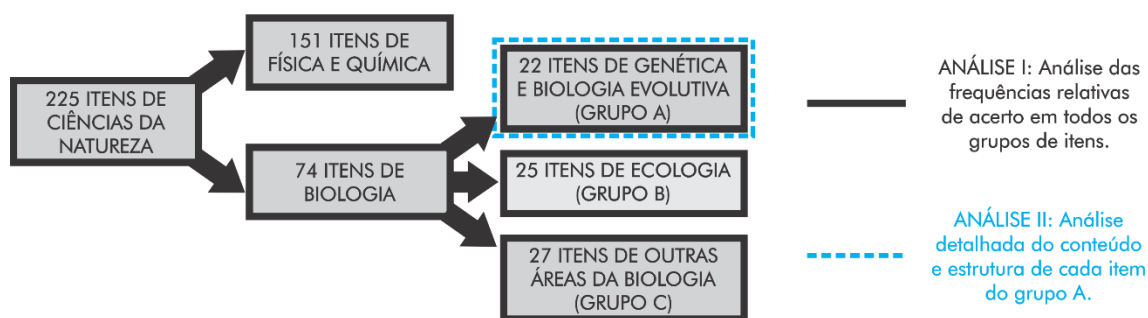


Figura 2 - Os grupos de itens avaliados durante as análises I e II.

A primeira análise foi realizada visando comparar o desempenho dos participantes nas provas de cada ano, nos itens de cada subgrupo e relacionar a frequência de acertos aos conteúdos e tópicos descritos na Matriz de Referência do Enem. Enquanto a segunda análise foi conduzida a fim de identificar os fatores que poderiam contribuir para o acerto de cada questão, bem como as justificativas prováveis para os erros de resolução.

**Etapa I: a classificação dos itens**

Em cada uma das provas pertencentes à amostra escolhida, os itens foram previamente classificados de acordo com os objetos do conhecimento descritos no Anexo da Matriz de Referência do Enem para Química, Física e Biologia. Embora alguns itens possam ser facilmente identificados como pertencentes a um desses componentes curriculares, outros são interdisciplinares. Por este motivo, sendo classificados nesse trabalho de acordo com os conceitos e habilidades exigidos em sua resolução, bem como sua temática predominante.

A partir dessa classificação, os 45 itens de Ciências da Natureza de cada prova foram subdivididos em dois grupos: o primeiro contendo itens com temática predominante pertencente aos Objetos de Conhecimento de Física e Química e o segundo cujos itens abordavam conceitos e conteúdos que se enquadravam de maneira predominante nos objetos de conhecimento da Biologia.

Para facilitar as análises, um número foi atribuído para cada conteúdo descrito nos objetos de conhecimento de Biologia, ou seja, para cada um dos seis grupos de tópicos listados no Anexo da Matriz de referência de Ciências da Natureza (Apêndice I).

Na sequência, foi realizada a leitura minuciosa de cada item de Biologia, sendo levados em consideração os conceitos abordados no texto-base, mas principalmente aqueles necessários para a compreensão do enunciado, eliminação dos distratores e escolha do gabarito. E, então, cada uma dessas questões foi associada aos tópicos nela abordados (Apêndice II), bem como a uma área de estudo da Biologia (Tabela 1). Por fim, consistindo em um grupo composto pelas questões de Genética e Biologia Evolutiva (A), outro por questões relacionadas a Ecologia (B) – utilizado para fins comparativos – e um terceiro cuja temática principal fazia referência a outras áreas de estudo da Biologia (C), que não aquelas dos grupos A ou B.

**Tabela 1** - Itens de Biologia, das provas regulares do Enem aplicadas no período de 2012 a 2016, e sua classificação em grupos por área de estudo.

TEMÁTICA	GRUPO	NUMERAÇÃO DO ITEM NO CADERNO AZUL				TOTAL (n=)
		2012	2013	2014	2015	
Prioritariamente Genética ou Biologia Evolutiva	A	48		53	54	22
		62	60	69	56	
		65	62	73	66	
		75	70	74	72	
		85	88	79	74	
				87		
Prioritariamente Ecologia	B	46		49		48
		51	59	60	47	61
		56	63	63	61	62
		68	67	71		71
		71	80	78		73
		84	81		80	
Prioritariamente outra área da Biologia	C	52	50	47	48	56
		57	53	61	67	65
		63	55	85	69	69
		80	56	89	78	75
		87	73		83	79
		78		89	87	

Por se tratar do principal objeto de estudo desse trabalho, vale ressaltar que foram considerados como itens de Genética ou Biologia Evolutiva (Apêndice III) aqueles que se encaixavam em, pelo menos, um dos seguintes critérios: I) Exigir conhecimentos destas áreas para compreensão do problema e do enunciado da questão; II) Ter como gabarito uma sentença que exija conhecimentos e habilidades relacionadas a estas áreas do conhecimento; III) Apresentar como distrator mais escolhido pelos participantes do Enem uma alternativa que exija compreensão de conceitos básicos relacionados a estas áreas do conhecimento.

Sendo assim, foram excluídos itens que utilizavam conceitos genéticos ou evolutivos, mas não dependiam – de maneira prioritária – de tais conhecimentos e habilidades para o acerto da questão. Como, por exemplo, o item 81 do caderno azul da prova de 2012 (Figura 3) que, embora utilize um texto-base

relacionado aos processos de extinção e à Biologia Evolutiva, exige conhecimentos e habilidades relacionadas a aspectos fisiológicos de determinados seres vivos, bem como à compreensão de conceitos da Ecologia para sua resolução.

**QUESTÃO 81** =====

Paleontólogos estudam fósseis e esqueletos de dinossauros para tentar explicar o desaparecimento desses animais. Esses estudos permitem afirmar que esses animais foram extintos há cerca de 65 milhões de anos. Uma teoria aceita atualmente é a de que um asteroide colidiu com a Terra, formando uma densa nuvem de poeira na atmosfera.

De acordo com essa teoria, a extinção ocorreu em função de modificações no planeta que

- A desestabilizaram o relógio biológico dos animais, causando alterações no código genético.
- B reduziram a penetração da luz solar até a superfície da Terra, interferindo no fluxo energético das teias tróficas.
- C causaram uma série de intoxicações nos animais, provocando a bioacumulação de partículas de poeira nos organismos.
- D resultaram na sedimentação das partículas de poeira levantada com o impacto do meteoro, provocando o desaparecimento de rios e lagos.
- E evitaram a precipitação de água até a superfície da Terra, causando uma grande seca que impediu a retroalimentação do ciclo hidrológico.

**Figura 3** - Exemplo de item não pertencente ao grupo A - Questão 81 do caderno azul da prova de 2012 (extraído de Inep, 2019b).

## **Etapa II: a primeira e a segunda análise dos itens**

Como mencionado anteriormente, após a subdivisão dos itens, foram realizadas a análise das frequências relativas de acerto em todos os grupos de itens das provas de Ciências da Natureza (Análise I) e a análise detalhada do conteúdo e da estrutura de cada item do grupo A (Análise II).

Durante a primeira análise, a frequência relativa de acertos foi calculada a partir da relação entre os participantes que assinalaram a alternativa correta, em cada item, e o número de participantes que tiveram suas respostas consideradas no exame daquele ano. Por sua vez, com esses valores, foram calculadas as médias de acerto em todos os subgrupos de itens, para cada ano e para o período.

Além disso, foram obtidas as médias de acerto para cada um dos tópicos abordados nos itens de Biologia da amostra. Nesse processo, previu-se a possibilidade de cada item explorar informações referentes a mais de um tópico, inclusive mesclando conhecimentos de Biologia e de outro componente curricular. No entanto, nesse trabalho foram considerados apenas os tópicos descritos para Biologia na Matriz de Referência do Enem. Sendo assim, a frequência de acerto de um determinado item é utilizada no cálculo da média obtida para todos os tópicos de Biologia nele abordados.

Para a segunda análise, realizada apenas com os itens do grupo A, foram estabelecidos critérios (Quadro 1) a serem analisados no texto-base, enunciado, gabarito e distratores de cada item de Genética ou Biologia Evolutiva.

Para evitar o julgamento tendencioso, a frequência relativa de acertos foi omitida num primeiro momento, sendo atribuída aos itens apenas durante a análise descritiva dos resultados. Nesse momento, as informações sobre os conteúdos, tópicos e características de cada item foram cruzadas com as médias das

frequências relativas de acertos, na tentativa de esclarecer os motivos pelos quais os participantes apresentavam pior desempenho em determinados itens e melhor em outros.

**Quadro 1** - Critérios utilizados na análise de conteúdo e estrutura dos itens do grupo A.

<b>Recursos utilizados no texto-base</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbal</li> <li>• Não-verbal (imagem, tabela ou gráfico)</li> </ul>
<b>Aspectos que poderiam ser aprimorados no item</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Linguagem</li> <li>• Uso de conteúdo não explorado ou em nível inadequado para o Ensino Médio</li> <li>• Forma de apresentação do problema</li> <li>• Margem para uso do senso comum</li> <li>• Excesso de informações</li> <li>• Conceitos errados ou mal utilizados</li> <li>• Distratores mal elaborados (resposta muito evidente)</li> <li>• Distratores mal elaborados (similaridade entre alternativas)</li> </ul>
<b>Fatores que podem ter favorecido a escolha de distratores como resposta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Não compreensão de conceitos básicos</li> <li>• Falta de familiaridade com a linguagem científica</li> <li>• Falta de conhecimento em conteúdo específico</li> <li>• Maior familiaridade com as palavras do distrator</li> <li>• Similaridade entre termos do distrator e do texto-base ou enunciado</li> <li>• Uso do senso comum</li> <li>• Dificuldades com raciocínio lógico</li> <li>• Dificuldades de interpretação</li> <li>• Distratores confusos</li> <li>• Falta de qualidade das figuras</li> <li>• Quantidade de informações incompatível com o tempo de prova</li> </ul>

Durante a compilação e estudo comparativo dos dados na análise II, os itens foram segregados entre aqueles cuja alternativa mais escolhida era o gabarito (itens de melhor desempenho) e aqueles cujos distratores foram mais assinalados que a alternativa correta (itens de pior desempenho).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a média da frequência relativa de acertos, nos itens das provas de Ciências da Natureza analisadas e seus subgrupos (Tabela 2), é possível notar que nessa amostra há uma tendência dos participantes do Enem apresentarem melhor performance nos itens prioritariamente de Biologia, do que aqueles cuja temática principal se encaixa nos objetos do conhecimento descritos para Química e Física no Anexo da Matriz de Referência do Enem.

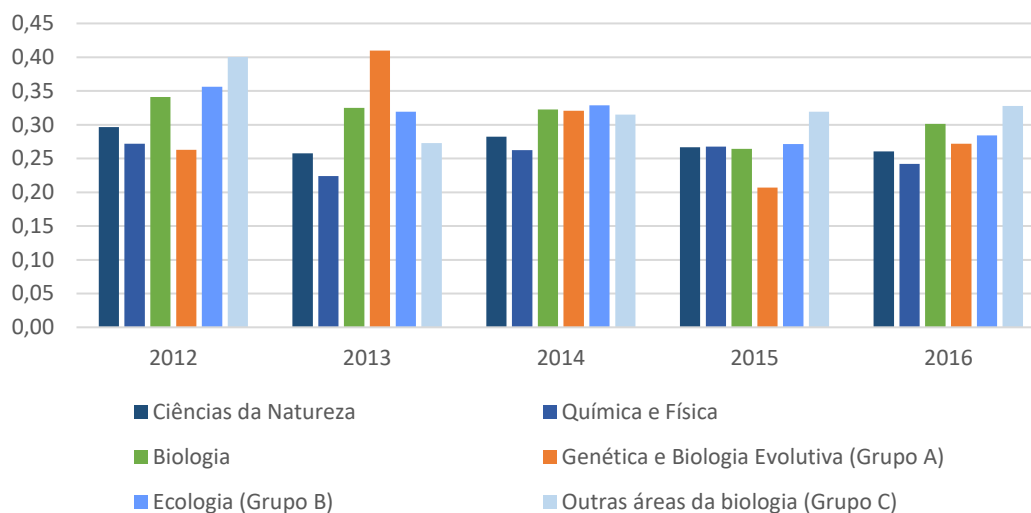
**Tabela 2** - Média da frequência relativa de acertos nos itens analisados, de acordo com sua área de estudo e ano de prova.

ITENS	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Ciências da Natureza</b>	0,2964	0,2576	0,2824	0,2665	0,2603
<b>Química e Física</b>	0,2719	0,2240	0,2625	0,2674	0,2419
<b>Biologia</b>	0,3408	0,3249	0,3224	0,2643	0,3012
<b>Genética e Biologia Evolutiva (Grupo A)</b>	0,2629	0,4100	0,3206	0,2070	0,2720
<b>Ecologia (Grupo B)</b>	0,3562	0,3194	0,3287	0,2712	0,2844
<b>Outras áreas da Biologia (Grupo C)</b>	0,4004	0,2728	0,3150	0,3194	0,3277

Médias de Biologia superiores às de Física e Química (verde) e médias do grupo A inferiores às médias de Biologia (laranja).



No entanto, ainda que haja uma melhora no desempenho para o componente curricular Biologia, o mesmo não se observa quando os itens abordam conteúdos relacionados às áreas de Genética e Biologia Evolutiva. Dessa forma, com exceção do ano de 2013, houve um declínio no desempenho dos participantes nessas questões (Figura 4). Em alguns casos – anos de 2012 e 2015 – sendo observadas frequências relativas de acerto menores, inclusive, do que aquelas dos itens de Química e Física.



**Figura 4** - Médias da frequência relativa de acertos nos itens de Genética e Biologia Evolutiva, de cada ano de prova, comparada com as médias dos demais grupos de itens, evidenciando a dificuldade dos participantes na resolução de itens do grupo A.

Quando levados em consideração todos os itens de cada subgrupo ao longo de todo o período, o mesmo padrão se repete (Tabela 3): o desempenho dos participantes é melhor nos itens prioritariamente de Biologia, do que nos demais itens da prova de Ciências da Natureza e suas tecnologias, e a média da frequência relativa de acertos em Genética e Biologia Evolutiva cai – se apresentando menor que aquela referente às demais áreas de estudo da Biologia.

É interessante ressaltar que, no caso dos itens de Ecologia – área de estudo cuja importância também é reforçada nos documentos brasileiros de educação para a formação do cidadão e bastante abordada no Enem – a frequência relativa de acertos se aproxima da média de Biologia, sinalizando um processo de ensino-aprendizagem mais eficiente nessa área.

**Tabela 3** - Média da Frequência relativa de acertos nos itens das provas de 2012 – 2016.

ITENS	n	2012-2016
<b>Ciências da Natureza</b>	225	0,2726
<b>Física e Química</b>	151	0,2534
<b>Biologia</b>	74	0,3119
<b>Grupo A: Genética e Biologia Evolutiva</b>	22	0,2883
<b>Grupo B: Ecologia</b>	25	0,3182
<b>Grupo C: outras áreas da Biologia</b>	27	0,3252

Identificando quais tópicos e conteúdos descritos no Anexo da Matriz de Referência do Enem foram abordados em cada item de Biologia, foi possível obter resultados referentes ao perfil da prova de Ciências da Natureza de cada ano (Tabela 4).

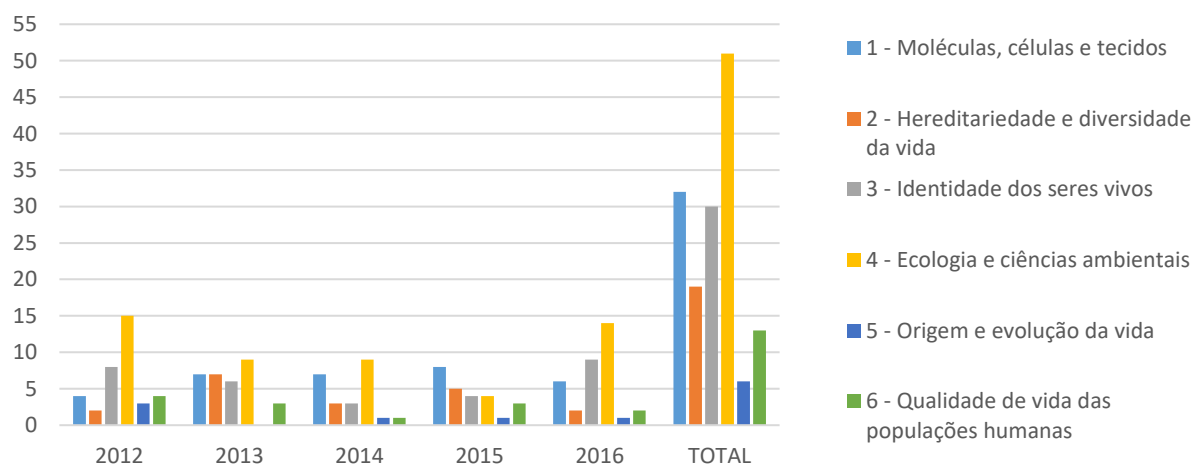
Desconsiderando os tópicos de química referentes aos conceitos mobilizados em sete itens da amostra (2012-63; 2014-47; 2014-49; 2014-71; 2014-78; 2016-48; 2016-69), foram identificados 151 tópicos sendo abordados nos 74 itens de Biologia do período analisado. Dessa forma, conferindo a média de 2,04 tópicos descritos na Matriz de Referência do Enem como pertencentes ao componente curricular de Biologia

por item. Considerando apenas os itens do grupo A, essa média é de 2,14 tópicos por item de Genética/Biologia Evolutiva.

**Tabela 4** - Quantidade de tópicos, de cada conteúdo, que foram explorados nos itens de Biologia, em cada ano de prova e no período de 2012-2016.

CONTÉUDOS	2012 (n=16)	2013 (n=15)	2014 (n=15)	2015 (n=14)	2016 (n=14)	∑ (n=74)
1 - Moléculas, células e tecidos	4	7	7	8	6	32
2 - Hereditariedade e diversidade da vida	2	7	3	5	2	19
3 - Identidade dos seres vivos	8	6	3	4	9	30
4 - Ecologia e ciências ambientais	15	9	9	4	14	51
5 - Origem e evolução da vida	3	0	1	1	1	6
6 - Qualidade de vida das populações humanas	4	3	1	3	2	13
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>34</b>	<b>151</b>

No período de 2012-2016 houve preponderância de tópicos relacionados ao conteúdo de Ecologia e Ciências ambientais, não sendo observado esse padrão apenas no ano de 2015 – quando o conteúdo mais abordado em itens de Biologia foi 1 - Moléculas, células e tecidos (Figura 5). Fator que, de acordo com os resultados discutidos posteriormente, pode estar associado ao baixo desempenho nos itens de Biologia do ano de 2015.



**Figura 5** - Gráfico de frequência dos tópicos e conteúdos abordados nos itens de Biologia, das provas regulares do Enem, aplicadas no período de 2012 a 2016.

Dentre os itens do grupo A, foram observados tópicos relacionados à Genética, à Biologia Evolutiva e outras áreas da Biologia – todos eles distribuídos entre os conteúdos 1 a 5 dos Objetos de Conhecimento de Biologia. Não sendo contemplados tópicos referentes à Química nem ao conteúdo 6 – Qualidade de vida das populações humanas nestes itens.

Quanto à distribuição dos tópicos por ano de prova (Tabela 5), nota-se que apenas os itens do grupo A do ano de 2013 não exploraram conhecimentos referentes a Identidade dos seres vivos (3) e a Origem e evolução da vida (5). Por outro lado, nessa mesma prova, observou-se um aumento significativo na frequência de tópicos do conteúdo 2- Hereditariedade e diversidade da vida.

**Tabela 5** - Quantidade de tópicos, de cada conteúdo, abordados nos itens do grupo A ao longo do período de 2012-2016.

CONTEÚDO	2012 (n=5)	2013 (n=4)	2014 (n=5)	2015 (n=6)	2016 (n=2)	TOTAL (n=22)
<b>1 - Moléculas, células e tecidos</b>	4	4	3	5	2	18
<b>2 - Hereditariedade e diversidade da vida</b>	2	5	2	5	1	15
<b>3 - Identidade dos seres vivos</b>	4	0	1	1	1	7
<b>4 - Ecologia e ciências ambientais</b>	1	1	0	0	0	2
<b>5 - Origem e evolução da vida</b>	2	0	1	1	1	5
<b>TOTAL</b>	13	10	7	12	5	47

Utilizando como base o valor médio de acertos nos itens de Biologia do período analisado, os tópicos foram separados em dois grupos. Um grupo formado pelos tópicos cujo desempenho dos participantes do Enem foi pior que o valor médio de acertos em Biologia ( $x < 0,3119$ ) e tratado na sequência como tópicos de maior dificuldade e outro grupo pelos tópicos cuja média de acertos ultrapassou este valor ( $x > 0,3119$ ), nomeados neste trabalho como tópicos de menor dificuldade. Além destes, houveram 24 tópicos propostos pelo Anexo da Matriz do Enem para os quais não houveram itens atribuídos – sendo estes omitidos na Tabela 6.

Uma proporção expressiva (71,43%) dos tópicos de maior dificuldade está relacionada às áreas de Genética e Biologia Evolutiva. Havendo, pelo menos, uma questão do grupo A em cada um desses tópicos. Por outro lado, apenas 26,32% dos tópicos de menor dificuldade foram identificados, nas provas da amostra, em itens do grupo A.

**Tabela 6** - Média de acertos nos itens do Enem, do período de 2012-2016, em ordem crescente, de acordo com os tópicos e conteúdos descritos no Anexo da Matriz de Referência do Enem.

CONTEÚDO	TÓPICO*	MÉDIA DE ACERTO
1	Diferenciação celular.	0,1336
5	Teoria sintética da evolução.	0,1532
2	Mutações gênicas e cromossômicas.	0,1572
1	Origem e evolução das células.	0,1884
5	Seleção artificial e seu impacto sobre ambientes naturais e sobre populações humanas.	0,2057
2	Grupos sanguíneos, transplantes e doenças autoimunes.	0,2128
1	Divisão celular.	0,2158
6	Exercícios físicos e vida saudável.	0,2288
1	Metabolismo energético: fotossíntese e respiração.	0,2317
1	Síntese proteica.	0,2463
4	Ciclos biogeoquímicos.	0,2498
4	Ecossistemas.	0,2505
1	Estrutura e fisiologia celular: membrana, citoplasma e núcleo.	0,2610
5	Hipóteses sobre a origem do Universo, da Terra e dos seres vivos.	0,2615
4	Biomassas brasileiros.	0,2682
4	Dinâmica de populações.	0,2718
1	Aspectos gerais do metabolismo celular.	0,2724
1	Aplicações de biotecnologia na produção de alimentos, fármacos e componentes biológicos.	0,2752
3	Funções vitais dos seres vivos e sua relação com a adaptação desses organismos a diferentes ambientes.	0,2782
4	Habitat e nicho ecológico.	0,2836
3	Evolução e padrões anatômicos e fisiológicos observados nos seres vivos.	0,2846

CONTEÚDO	TÓPICO*	MÉDIA DE ACERTO
2	Fundamentos genéticos da evolução.	0,2856
3	Embriologia, anatomia e fisiologia humana.	0,2858
1	Noções sobre células-tronco, clonagem e tecnologia do DNA recombinante.	0,2986
3	Vírus, procariontes e eucariontes.	0,2996
4	Problemas ambientais: mudanças climáticas, efeito estufa; desmatamento; erosão; poluição da água, do solo e do ar.	0,3001
1	Aspectos bioquímicos das estruturas celulares.	0,3010
2	Aspectos genéticos da formação e manutenção da diversidade biológica.	0,3016
4	A comunidade biológica: teia alimentar, sucessão e comunidade clímax.	0,3150
4	Tecnologias ambientais.	0,3277
3	Autótrofos e heterótrofos.	0,3290
6	Aspectos biológicos do desenvolvimento sustentável.	0,3393
2	Princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias.	0,3396
3	Seres unicelulares e pluricelulares.	0,3484
4	Interações entre os seres vivos.	0,3499
4	Fluxo de energia no ecossistema.	0,3507
4	Exploração e uso de recursos naturais.	0,3608
3	Sistemática e as grandes linhas da evolução dos seres vivos.	0,3628
4	Conservação da biodiversidade.	0,3658
5	Teorias de evolução.	0,3713
6	Principais doenças que afetam a população brasileira: caracterização, prevenção e profilaxia.	0,3979
4	Conservação e recuperação de ecossistemas.	0,4014
2	Antígenos e anticorpos.	0,4263
1	Aplicações de tecnologias relacionadas ao DNA a investigações científicas, determinação da paternidade, investigação criminal e identificação de indivíduos.	0,4479
6	Noções de primeiros socorros.	0,5506
6	Aspectos sociais da biologia: uso indevido de drogas; gravidez na adolescência; obesidade.	0,6167
4	Noções de saneamento básico.	0,6543

A linha espessa divide a tabela em porção superior, contendo os tópicos de maior dificuldade, e porção inferior, composta por tópicos de menor dificuldade. Além disso, o preenchimento em cinza destaca os tópicos abordados em itens do grupo A. Legenda de conteúdos: 1 – Moléculas, células e tecidos; 2 – Hereditariedade e diversidade da vida; 3 – Identidade dos seres vivos; 4 – Ecologia e ciências ambientais; 5 – Origem e evolução da vida; 6 - Qualidade de vida das populações humanas.

A partir da mesma divisão dos tópicos, usando o valor da média de acertos em Biologia no período analisado como linha de corte, foi observada a distribuição dos tópicos de maior e menor dificuldade dentro de cada conteúdo (Figura 6).

Tais resultados apontaram que os piores desempenhos dos participantes analisados foram registrados para o conteúdo 1, uma vez que 90,91% dos tópicos presentes nos itens de Biologia referentes ao conteúdo 1-Moléculas, células e tecidos se encontram dentro do grupo de maior dificuldade. Na sequência, quanto ao percentual de tópicos inclusos no grupo de maior dificuldade, estão os conteúdos 5-Origem e evolução da vida (75%), 2-Hereditariedade e diversidade da vida (66,67%), 3-Identidade dos seres vivos (57,14%), 4-Ecologia e ciências ambientais (42,86%) e 6-Qualidade de vida das populações (20%). Nesse sentido, destacamos que apenas os conteúdos 4 e 6 apresentam a maior parte de seus tópicos classificados dentro do grupo de menor dificuldade.

De acordo com esses números, entre os tópicos de 4-Ecologia e ciências ambientais e 1-Moléculas, células e tecidos, há uma diferença de 48,05% na dificuldade encontrada. Dessa maneira, reforçando a ideia

de que o perfil diferenciado da prova do ano de 2015, pode ser responsável pelo pior desempenho dos participantes nos itens de Biologia desse exame (ver novamente tabelas 2 e 4).



**Figura 6** - Conteúdos descritos na Matriz de referência Enem para Biologia e a distribuição de seus tópicos quanto ao nível de dificuldade, de acordo com o desempenho dos participantes do Enem em itens de Biologia das provas regulares do período de 2012 a 2016.

Quanto a estrutura e conteúdo, os itens do grupo A foram analisados detalhadamente segundo os critérios previamente apresentados para a Análise II.

Uma vez que os itens do Enem passam por diferentes etapas de verificação, conferência e testagem (Inep, 2018b), aspectos previamente elencados – tais como falta de qualidade nas figuras e quantidade de informações incompatível com o tempo de prova – não foram associados a nenhum item, sendo omitidos do Quadro 2. No entanto, quando comparadas as médias das frequências relativas de acerto para o grupo de itens com uma determinada característica e o grupo de itens sem essa mesma característica, outros aspectos puderam ser identificados.

De acordo com os resultados da análise II (Quadro 2), tanto nos itens de pior desempenho, quanto nos itens de melhor desempenho, o texto-base é em maior frequência do tipo verbal (77,27%). Apesar do uso de figuras ser pouco frequente nos itens da amostra (22,73%), observa-se que este recurso visual pode estar associado a melhores índices de acerto, uma vez que a o percentual médio da frequência relativa de acertos para itens com texto-base exclusivamente verbal é de 25,11%, enquanto para itens com imagens, gráficos e tabelas é de 41,49%.

Embora seja de grande importância utilizar a linguagem científica formal nos itens de Ciências da Natureza, algumas vezes, o uso de termos menos frequentes no cotidiano ou até nos materiais escolares – em detrimento de seus sinônimos mais usuais – pode dificultar a compreensão do texto-base e do enunciado da questão. Por outro lado, o uso de termos genéricos para definir situações para as quais há um termo científico específico, pode não contribuir para a clareza do enunciado, distratores e gabarito. Nos itens em que esses problemas foram detectados, a média da frequência relativa de acertos foi 0,1885, enquanto para os itens em que não houve esse fator a média foi de 0,3105.

Ao contrário do que se esperava, itens cujo texto viabilizava o uso de senso comum, continham conceitos errados ou mal utilizados ou, ainda, apresentavam o problema por meio de contextualizações que não estavam relacionadas com o enunciado e o gabarito ou não necessariamente contribuíam para a resolução do item não tiveram menores índices de acerto do que aqueles em que esses aspectos não foram identificados.

Por outro lado, o excesso de informações e o uso excessivo de exemplos, vírgulas, apostos e termos biológicos, pode ter provocado uma pequena diminuição na média de acertos dos itens. Uma vez que nos itens com informações excessivas a média da frequência relativa de acertos foi de 0,2823 e nos itens sem esses excessos a média foi de 0,2906.

Outro aspecto importante é a utilização de textos-base que versam sobre temas que podem não ser familiares para o estudante por ter sido pouco ou nada explorados durante o Ensino Básico. Nota-se que dentre os seis itens de menor desempenho dos participantes, em cinco casos podemos observar esse fator. Nesses casos, foram utilizadas contextualizações abordando o microquimerismo e a possibilidade de troca

de células entre o feto e a mãe, a fórmula cariotípica e os diferentes tipos de mutações cromossômicas, os processos de diferenciação celular e regulação da expressão gênica, além do processo de especiação.

**Quadro 2** - Análise dos itens do grupo A quanto a sua estrutura, conteúdo e aspectos a melhorar.

ITEM	ITENS DE PIOR DESEMPENHO											ITENS DE MELHOR DESEMPENHO											
	2015 54	2015 87	2013 88	2015 56	2015 66	2012 65	2014 73	2012 62	2014 79	2016 90	2014 74	2012 48	2012 75	2015 74	2016 83	2013 62	2012 85	2015 72	2013 60	2014 53	2014 69	2013 70	
<b>ACERTOS</b>	0,1220	0,1264	0,1359	0,1532	0,1572	0,1840	0,1884	0,2057	0,2128	0,2342	0,2524	0,2731	0,2888	0,2940	0,3097	0,3260	0,3628	0,3894	0,4180	0,4630	0,4865	0,7600	
Texto-base	Verbal	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Não-verbal								X		X						X				X	X	
Aspectos a melhorar na elaboração dos itens	Linguagem	P			P				X			P											
	Uso de conteúdos não explorados no EM	P	P		P	P	P																
	Forma de apresentação do problema														X	P		X					
	Margem para uso do senso comum																					X	
	Excesso de informações	X					X								X	P	P	X					
	Conceitos errados ou mal utilizados								X						X								
	Resposta evidente																					X	
	Similaridade entre alternativas												X										
Fatores que podem contribuir para a escolha do distrator	Não compreensão de conceitos básicos	X	X		X	X	X	X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	
	Não dominar a linguagem científica		X	X	X	X	X		X		X	X	X		X	X	X		X				
	Falta de conhecimento em conteúdo específico	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X		X	X	X	X	X					
	Maior familiaridade com as palavras do distrator		X				X	X			X						X	X					
	Termos similares no distrator e no texto-base ou enunciado	X					X	X				X	X										
	Uso do senso comum	X									X		X							X			
	Dificuldade de raciocínio lógico								X		X								X	X		X	
	Dificuldade de interpretação	X						X			X		X		X								X
	Distratores confusos					X			X									X					
<b>CONTEÚDO ABORDADO EM CADA TÓPICO DO ITEM</b>	1/2/3	1	1/2	2/5	2	1/3	1/1/3	1/2/4/5	2	1/3/5	2	1/1	5	1/1/1	1/2	1/1/2	2/3/3/3	2/2	2/2/4	5	1	1/2	

X. Característica observada no item em questão. P. Característica observada parcialmente no item em questão (Apêndice IV). Conteúdos: 1 – Moléculas, células e tecidos; 2 – Hereditariedade e diversidade da vida; 3 – Identidade dos seres vivos; 4 – Ecologia e ciências ambientais; 5 – Origem e evolução da vida; 6 – Qualidade de vida das populações humanas.

Apesar de ser difícil mensurar quais os assuntos menos abordados nos colégios brasileiros, é importante chamar a atenção para essa discussão. Principalmente, considerando que as contextualizações têm o objetivo de problematizar e facilitar o reconhecimento de conteúdos estudados e não dificultar a compreensão do item e a verificação das competências e habilidades do estudante.

Visto que o Enem tem por objetivo avaliar os concluintes do Ensino Médio, é necessário que o estudante domine os conhecimentos, competências e habilidades previstos para esse segmento da Educação Básica para obter um bom desempenho nesse exame. Dessa maneira, a falta de conhecimento sobre o conteúdo e seus conceitos básicos, bem como a incapacidade de reconhecer termos próprios da linguagem científica, são aspectos naturalmente relacionados com o erro das questões. Sendo assim, dentre os itens do grupo A, 81,82% dependiam da compreensão de conceitos básicos da Biologia para serem acertados, 59,09% da familiaridade com a linguagem científica e 72,73% de conhecimentos em conteúdos específicos.

Com o levantamento desses dados notou-se que apenas o item 2013-70 (Figura 7) não dependia de nenhum desses conhecimentos, ou seja, conhecimentos referentes a conteúdos específicos, à linguagem científica ou a compreensão de conceitos básicos. Acredita-se que este seja um fator de extrema relevância no alto índice de acertos nesse item (0,7600). Uma vez que, lendo com atenção os dados fornecidos no texto-base e utilizando sua capacidade de interpretação e raciocínio lógico, bem como conhecimentos superficiais sobre DNA e paternidade que já permeiam a sociedade, o participante do Enem poderia escolher a alternativa correta com certa facilidade. Principalmente, pelo fato dos distratores não estarem bem elaborados e quatro bandas de DNA estarem presentes apenas em um casal – deixando o gabarito em evidência.

A escolha de itens com tais características para um exame de larga escala como o Enem não é a ideal, uma vez que não avalia os conhecimentos, competências e habilidades do participante com eficiência. Além de influenciar nos dados estatísticos referentes à prova e, possivelmente, atrapalhar a interpretação desses dados. No caso específico de 2013, a média da frequência relativa de acertos do grupo A destoa significativamente dos demais anos, apresentando-se mais alta por interferência dos dados desse item. Caso esta média fosse calculada sem a questão 70, o valor encontrado cairia para 0,2933 – indo de encontro com a tendência em ser mais baixa do que aquela encontrada para Biologia de modo geral.

**QUESTÃO 70**

Cinco casais alegavam ser os pais de um bebê. A confirmação da paternidade foi obtida pelo exame de DNA. O resultado do teste está esquematizado na figura, em que cada casal apresenta um padrão com duas bandas de DNA (faixas, uma para o suposto pai e outra para a suposta mãe), comparadas à do bebê.

Bebê	1		2		3		4		5	
	Pai	Mãe	Pai	Mãe	Pai	Mãe	Pai	Mãe	Pai	Mãe

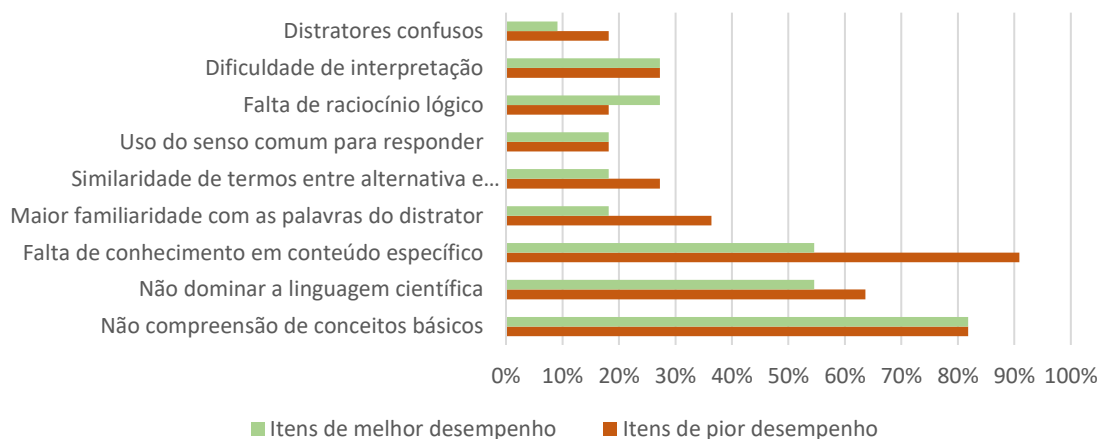
Que casal pode ser considerado como pais biológicos do bebê?

A 1  
 B 2  
 C 3  
 D 4  
 E 5

**Figura 7** - Item 70 do caderno azul, da prova regular do Enem, aplicada no ano de 2013 (extraído de Inep, 2019b).



Analisando principalmente os distratores e procurando estabelecer um raciocínio para a escolha dessas alternativas, foi possível perceber que outros fatores podem estar relacionados com o mau desempenho em determinados itens. Alguns desses aspectos estão relacionados diretamente com o estudante e sua capacidade de interpretação, raciocínio lógico e discernimento do conhecimento científico com o senso comum. Enquanto outros estão ligados à estrutura e ao conteúdo das questões, ou seja, podendo ser corrigidos e evitados durante o processo de elaboração dos itens. Nesse caso, podemos citar a utilização de palavras similares entre distratores e texto base ou enunciado, o uso de palavras mais familiares ao estudante em determinadas alternativas e a escrita confusa e pouco objetiva dos distratores (Figura 8).



**Figura 8** - Frequências dos fatores que podem contribuir para o erro nos itens de melhor e pior desempenho do grupo A.

A diferença de quantidade de conteúdos cobrados por item dentro os itens de pior desempenho e melhor desempenho é outro aspecto que nos chama a atenção. Quando considerados apenas aqueles itens que se referem a mais de um tópico por vez, o grupo de pior desempenho apresenta uma média de 2,57 conteúdos por item. Enquanto no grupo de melhor desempenho essa média é de 1,62. Devendo ser realçado o fato que – dentre os itens de pior desempenho – chegam a ser abordados até quatro conteúdos por questão. Enquanto naqueles de melhor desempenho são, no máximo, cobrados dois conteúdos por item.

Durante a resolução de itens, os participantes do Enem entram em contato com conceitos específicos da Biologia, devendo reconhecer, interpretar e realizar associações corretas entre esses e as alternativas da questão. Os conceitos biológicos oriundos da Genética e da Biologia Evolutiva, bem como os termos e expressões comuns à área utilizados no texto-base, enunciado, gabarito e distratores dos itens do grupo A, foram compilados durante a análise dos itens e estão disponíveis no Apêndice V para uso em estudos posteriores.

## CONCLUSÕES

Os resultados encontrados neste trabalho corroboram a existência de dificuldade dos estudantes brasileiros nas áreas de Genética e Biologia Evolutiva, além de apontar um pior desempenho dos participantes em itens de Biologia que versam sobre os conteúdos que mais concentram tópicos relacionados com essas áreas da Ciência (“Moléculas, células e tecidos”, “Origem e evolução da vida”, “Hereditariedade e diversidade da vida” e “Identidade dos seres vivos”, nessa respectiva ordem).

Os fatores com maior associação ao baixo desempenho dos participantes são: a não compreensão de conceitos básicos, a falta de conhecimento de conteúdos específicos e a dificuldade em dominar a linguagem científica. Ainda podem ser associados ao erro na escolha da alternativa que responde ao enunciado, aspectos como: o uso do senso comum, as dificuldades de interpretação e a falta de raciocínio lógico.

No entanto, nem todos os erros se devem apenas às capacidades do participante. Nesse estudo foram identificados, também, problemas referentes à construção das questões. Dessa forma, de acordo com as análises realizadas, é importante que sejam levados em consideração alguns pormenores para que os conhecimentos, habilidades e competências dos estudantes sejam corretamente avaliados.

Durante o processo de elaboração de itens, o autor deverá atentar-se ao uso de contextualizações e conteúdos explorados na Educação Básica e dar preferência para uma escrita objetiva, com utilização da linguagem científica sem excessos ou abstrações. Evitando dar margem para o uso do senso comum e construindo alternativas equilibradas em quantidade e qualidade de informações. Além disso, procurar não utilizar palavras similares àquelas do texto-base e enunciado no gabarito ou em algum distrator específico e, assim, favorecer a escolha de tal alternativa.

Em síntese, ao demonstrar o pior desempenho em itens de Genética e Biologia Evolutiva, bem como posicionar os tópicos e conteúdos relacionados a essas áreas num grupo de maior dificuldade para os estudantes brasileiros, esse estudo evidencia a importância de uma reestruturação no processo de ensino-aprendizagem de tais conteúdos, a fim de propiciar a aprendizagem significativa e a formação de cidadãos com habilidades e competências que os permitam aplicar esses conhecimentos e posicionar-se diante temas de grande importância para a saúde, agricultura, convívio social e o meio ambiente.

Por ser um conteúdo relevante para a vida do indivíduo, noções de Genética e Biologia Evolutiva deveriam ser incluídas o quanto antes no currículo escolar. Embora esta proposta seja polêmica e desafiadora, assim como afirmava Jerome Bruner, acreditamos que “qualquer assunto pode ser ensinado com eficiência, de alguma forma intelectualmente honesta, a qualquer criança, em qualquer estágio de desenvolvimento” (Bruner, 1973, p.31).

Com o advento da BNCC e a reestruturação do currículo nas escolas, este é o momento propício para tal feito, uma vez que algumas das habilidades propostas pela BNCC<sup>2</sup> podem ser desenvolvidas a partir de objetos do conhecimento relacionados à Genética e à Biologia Evolutiva. Desse modo, favorecendo tanto o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, quanto a construção de conhecimentos dessas temáticas, por meio do componente curricular Ciências, desde o Ensino Fundamental.

Assim, conceitos básicos (hereditariedade, DNA, célula, seleção natural, fenótipo, ancestralidade, parentesco e outros) poderiam ser trabalhados de forma gradativa, por meio de um currículo em espiral, que respeite a fase de desenvolvimento dos estudantes e possibilite diferentes abordagens e retomadas. De tal forma, propiciando o aprofundamento dos temas a cada ano, bem como o uso dos conhecimentos prévios como pontos de ancoragem para uma aprendizagem significativa dos conceitos estruturantes dessas áreas da Biologia.

Na fase final do Ensino Fundamental, os estudantes já estariam familiarizados com os conceitos, da mesma forma que atualmente é feito com a Ecologia, que de acordo com os resultados desse trabalho, apresenta um processo de ensino-aprendizagem mais eficiente.

Com isso, ao entrar no Ensino Médio estariam aptos a aplicar e analisar tais conceitos e dominar de maneira mais aprofundada conteúdos da Genética e da Biologia Evolutiva. Especialmente aqueles que o permitam compreender a sociedade contemporânea, que possibilitem análises e comportamentos adequados em questões relacionadas à saúde e ao meio ambiente, bem como julgar notícias e posicionar-se diante temas polêmicos relacionados à biotecnologia e à preservação da biodiversidade. De tal maneira, o estudante brasileiro sairia do Ensino Básico com a autonomia, os conhecimentos, competências e habilidades desejados.

Essa proposta coaduna-se tanto com os resultados obtidos nesse trabalho que apontam para a necessidade da melhor compreensão de conceitos básicos, da linguagem científica e de conteúdos específicos para a alfabetização científica, quanto com as dificuldades descritas por docentes e discentes para o processo de ensino-aprendizagem de Genética e Biologia Evolutiva. Uma vez sendo buscados os diversos processos cognitivos da Taxonomia de Bloom Revisada, durante toda a Educação Básica, e minimizado o ensino descontextualizado e focado apenas na memorização de conteúdos, aumenta-se a chance de uma aprendizagem significativa e uma melhor aplicação dos conhecimentos científicos em situações cotidianas do estudante. Além disso, explorando mais e retomando diversas vezes conceitos básicos e conceitos estruturantes das Ciências e da Biologia, devem ser minimizadas as concepções errôneas e a defasagem, antes relatada, na formação dos concluintes do Ensino Médio. Assim pode haver impactos positivos também no interesse dos estudantes e no ensino-aprendizagem durante a graduação – permitindo

<sup>2</sup> Dentre as habilidades da BNCC, listadas para Ciências no Ensino Fundamental, algumas se relacionam de maneira bastante direta e clara com a Genética e a Biologia Evolutiva (EF01CI04, EF02CI04, EF02CI06, EF03CI04, EF03CI06, EF06CI05, EF08CI07, EF09CI08, EF09CI09, EF09CI10, EF09CI11) e outras de maneira mais sutil (EF04CI04, EF04CI08, EF05CI13, EF07CI06, EF09CI12...). A lista completa das habilidades específicas de Ciências encontra-se disponível em <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 22jun.2020.

a formação de docentes mais bem preparados e satisfeitos com seu entendimento da evolução biológica e de conteúdos relevantes da Genética.

Espera-se que os resultados desse trabalho possam contribuir para reflexões acerca do currículo escolar de Ciências e Biologia, do processo de ensino-aprendizagem da Genética e da Biologia Evolutiva, bem como para o processo de elaboração de itens avaliativos utilizados em exames de larga escala. Acreditamos que repensar a ordem dos conteúdos, a forma de abordagem, as metodologias de ensino e as problematizações utilizadas em sala de aula seja essencial para promover a aprendizagem significativa da Genética e da Biologia Evolutiva. Dessa forma, reforçamos a necessidade de novas investigações e propostas de ensino referentes a esses conteúdos e habilidades relacionadas, bem como a disponibilização desses resultados às instituições de ensino de todo o país.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). Código de financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- Almeida, E. R., & Chaves, A. C. L. C. (2014). O ensino de Biologia Evolutiva: As dificuldades de abordagem sobre evolução no Ensino Médio em escolas públicas do estado de Rondônia. *Anais do IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia*. Ponta Grossa, PR. Recuperado de <http://www.sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/ensino-de-biologia/01408135602.pdf>
- Alvarez, M. (2010). O contributo da Genética para a evolução do pensamento evolutivo. *Antropologia Portuguesa, 2009/2010(26/27)*, 121-135. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10316/21457>
- Bruner, J. S. (1973). *O Processo da Educação* (3a ed.). São Paulo, SP: Companhia Nacional.
- Cid, M., & Neto, A. J. (2005). Dificuldades de aprendizagem e conhecimento pedagógico do conteúdo: O caso da genética. *Enseñanza de las ciencias*, (n. esp.), 1-5. Recuperado de [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2005nEXTRA/edlc\\_a2005nEXTRAp270difapr.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp270difapr.pdf)
- Edital n. 14, de 21 de março de 2019. (2019). *Exame nacional do Ensino Médio - Enem 2019*. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Diário Oficial da União. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Recuperado de [http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/edital/2019/edital\\_enem\\_2019.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/edital/2019/edital_enem_2019.pdf)
- FTD. (2017). *FTD sistema de ensino: Todo Enem*. São Paulo, SP: FTD.
- Gattás, G. J. F., Segre, M., & Wünsch Filho, V. (2002). Genética, biologia molecular e ética: As relações trabalho e saúde. *Ciência & Saúde Coletiva, 7(1)*, 159-167. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232002000100014>
- Inep – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2009). *Matriz de Referência ENEM*. Ministério da Educação. Brasília, DF: Inep/MEC. Recuperado de [http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz\\_referencia.pdf](http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf)
- Inep – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2010). *Guia de elaboração e revisão de itens*. Ministério da Educação. Brasília, DF: Inep/MEC. Recuperado de [http://darnassus.if.ufrj.br/~marta/enem/docs\\_enem/guia\\_elaboracao\\_revisao\\_itens\\_2012.pdf](http://darnassus.if.ufrj.br/~marta/enem/docs_enem/guia_elaboracao_revisao_itens_2012.pdf)
- Inep – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2012). *Entenda a sua nota no Enem: guia do participante*. Ministério da Educação. Brasília, DF: Inep/MEC. Recuperado de [http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/guia\\_participante/2013/guia\\_do\\_participante\\_notas.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/guia_participante/2013/guia_do_participante_notas.pdf)
- Inep – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2018a). *Primeira aplicação do Enem completa 20 anos nesta quinta-feira, 30 de agosto*. Ministério da Educação. Brasília, DF: Inep/MEC. Recuperado de <http://portal.inep.gov.br/artigo/>

/asset\_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/primeira-aplicacao-do-enem-completa-20-anos-nesta-quinta-feira-30-de-agosto/21206

- Inep – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2018b). *Operação Enem: conheça todas as etapas do maior exame do Brasil*. Ministério da Educação. Brasília, DF: Inep/MEC. Recuperado de [http://download.inep.gov.br/educacao\\_basica/enem/downloads/2017/operacao\\_enem.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/downloads/2017/operacao_enem.pdf)
- Inep – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2019a). *Exame Nacional do Ensino Médio (Enem)*. Ministério da Educação. Brasília, DF: Inep/MEC. Recuperado de <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem>
- Inep – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2019b). *Provas e Gabaritos*. Ministério da Educação. Brasília, DF: Inep/MEC. Recuperado de <http://portal.inep.gov.br/web/guest/provas-e-gabaritos>
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: an overview. *Theory in Practice*, 41(4), 212-218. [https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104\\_2](https://doi.org/10.1207/s15430421tip4104_2)
- La Luna, A. (2014). Importância do Ensino e Aprendizagem de Genética para o Mundo Atual. *Revista de Educação*, 17(23), 44-53. Recuperado de <https://revista.pgsskroton.com/index.php/educ/article/view/3080>
- MEC – Ministério da Educação. (2000). *Parâmetros curriculares nacionais (ensino médio): Parte III - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Secretária da Educação Básica. Brasília, DF: MEC/SEB. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>
- MEC – Ministério da Educação. (2002). *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. Brasília, DF: MEC/Semtec. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>
- MEC – Ministério da Educação. (2006). *Orientações curriculares para o ensino médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Secretaria de Educação Básica. Brasília, DF: MEC/SEB. Recuperado de [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf)
- MEC – Ministério da Educação. (2011). *Teoria de resposta ao item avalia habilidade e minimiza o "chute" de candidatos*. Ministério da Educação. Brasília, DF: MEC. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/389-ensino-medio-2092297298/17319-teoria-de-resposta-ao-item-avalia-habilidade-e-minimiza-o-chute>
- MEC – Ministério da Educação. (2013). *Diretrizes curriculares nacionais gerais da educação básica*. Secretaria de Educação Básica. Brasília, DF: MEC/SEB. Recuperado de [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&category\\_slug=abril-2014-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&category_slug=abril-2014-pdf&Itemid=30192)
- MEC – Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação. Brasília, DF: MEC. Recuperado de [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)
- Moreira, M. A. (2011). *Teorias de aprendizagem* (2a ed.). São Paulo, SP: EPU.
- Nobre, S. B., Lopes, L. A., & Farias, M. E. (2018). Ensino de Biologia Evolutiva (BIO-EVO): concepções de professores pós-graduandos em ensino de ciências. *REnCiMa*, 9(1), 88-102. <https://doi.org/10.26843/rencima.v9i1.1376>
- Oleques, L. C., Bartholomei-Santos, M. L., & Boer, N. (2011). Evolução biológica: percepção de professores de Biologia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 243-263. Recuperado de [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART2\\_VOL10\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen10/ART2_VOL10_N2.pdf)
- Pedrancini, V. D., Corazza-Nunes, M. J., Moreira, A. L. O. R., & Ribeiro, A.C. (2007). Ensino e aprendizagem de Biologia no Ensino Médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. *Revista*

*Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 299-309. Recuperado de [http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5\\_Vol6\\_N2.pdf](http://reec.webs.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART5_Vol6_N2.pdf)

Pereira, H.M.R., Bizzo, N., & Marco, V. (2013). O ensino de evolução biológica no Ensino Médio brasileiro e a influência das crenças religiosas. *Anais do IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*. (pp. 2409-2414). Girona, Espanha. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/307884/397852/>

Resolução CNE/CP 02/2017, de 22 de dezembro de 2017. (2017). *Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica*. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. Recuperado de [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=79631-rcp002-17-pdf&category\\_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79631-rcp002-17-pdf&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192)

Santos Filho, R, Alle, L. F., & Leme, D. P. (2018). Diagnosticando dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de genética nas escolas e universidades. *Anais do V Congresso Nacional de Educação*. Olinda, PE. Recuperado de [https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO\\_EV117\\_MD4\\_SA16\\_ID5406\\_09092018125827.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2018/TRABALHO_EV117_MD4_SA16_ID5406_09092018125827.pdf)

Temp, D. S., & Bartholomei-Santos, M. L. (2014). Genética e suas aplicações: Identificando o conhecimento presente entre concluintes do Ensino Médio. *Ciência e Natura*, 36(3), 358-372. <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X13619>

Tidon, R., & Vieira, E. (2009). O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. *ComCiência*, 107. Recuperado de [http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1519-76542009000300008&lng=en&nrm=iso](http://comciencia.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-76542009000300008&lng=en&nrm=iso)

**Recebido em:** 22.06.2020

**Aceito em:** 08.12.2020

APÊNDICE I

Organização dos objetos do conhecimento<sup>1</sup> associados à Biologia na Matriz de Referência do Enem.

Nº	CONTEÚDO	TÓPICOS
1	Moléculas, células e tecidos	Estrutura e fisiologia celular: membrana, citoplasma e núcleo. Divisão celular. Aspectos bioquímicos das estruturas celulares. Aspectos gerais do metabolismo celular. Metabolismo energético: fotossíntese e respiração. Codificação da informação genética. Síntese proteica. Diferenciação celular. Principais tecidos animais e vegetais. Origem e evolução das células. Noções sobre células-tronco, clonagem e tecnologia do DNA recombinante. Aplicações de biotecnologia na produção de alimentos, fármacos e componentes biológicos. Aplicações de tecnologias relacionadas ao DNA a investigações científicas, determinação da paternidade, investigação criminal e identificação de indivíduos. Aspectos éticos relacionados ao desenvolvimento biotecnológico. Biotecnologia e sustentabilidade.
2	Hereditariedade e diversidade da vida	Princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias. Conceções pré-mendelianas sobre a hereditariedade. Aspectos genéticos do funcionamento do corpo humano. Antígenos e anticorpos. Grupos sanguíneos, transplantes e doenças autoimunes. Neoplasias e a influência de fatores ambientais. Mutações gênicas e cromossômicas. Aconselhamento genético. Fundamentos genéticos da evolução. Aspectos genéticos da formação e manutenção da diversidade biológica.
3	Identidade dos seres vivos	Níveis de organização dos seres vivos. Vírus, procariontes e eucariontes. Autótrofos e heterótrofos. Seres unicelulares e pluricelulares. Sistemática e as grandes linhas da evolução dos seres vivos. Tipos de ciclo de vida. Evolução e padrões anatômicos e fisiológicos observados nos seres vivos. Funções vitais dos seres vivos e sua relação com a adaptação desses organismos a diferentes ambientes. Embriologia, anatomia e fisiologia humana. Evolução humana. Biotecnologia e sistemática.
4	Ecologia e ciências ambientais	Ecossistemas. Fatores bióticos e abióticos. Habitat e nicho ecológico. A comunidade biológica: teia alimentar, sucessão e comunidade clímax. Dinâmica de populações. Interações entre os seres vivos. Ciclos biogeoquímicos. Fluxo de energia no ecossistema. Biogeografia. Biomas brasileiros. Exploração e uso de recursos naturais. Problemas ambientais: mudanças climáticas, efeito estufa; desmatamento; erosão; poluição da água, do solo e do ar. Conservação e recuperação de ecossistemas. Conservação da biodiversidade. Tecnologias ambientais. Noções de saneamento básico. Noções de legislação ambiental: água, florestas, unidades de conservação; biodiversidade.
5	Origem e evolução da vida	A biologia como ciência: história, métodos, técnicas e experimentação. Hipóteses sobre a origem do Universo, da Terra e dos seres vivos. Teorias de evolução. Explicações pré-darwinistas para a modificação das espécies. A teoria evolutiva de Charles Darwin. Teoria sintética da evolução. Seleção artificial e seu impacto sobre ambientes naturais e sobre populações humanas.
6	Qualidade de vida das populações humanas	Aspectos biológicos da pobreza e do desenvolvimento humano. Indicadores sociais, ambientais e econômicos. Índice de desenvolvimento humano. Principais doenças que afetam a população brasileira: caracterização, prevenção e profilaxia. Noções de primeiros socorros. Doenças sexualmente transmissíveis. Aspectos sociais da biologia: uso indevido de drogas; gravidez na adolescência; obesidade. Violência e segurança pública. Exercícios físicos e vida saudável. Aspectos biológicos do desenvolvimento sustentável. Legislação e cidadania.

<sup>1</sup> Os objetos do conhecimento descritos para a prova de Ciências da Natureza podem ser encontrados, em sua íntegra, no anexo da Matriz de Referência do Exame Nacional do Ensino Médio que encontra-se disponível em: <[http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz\\_referencia.pdf](http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf)>. Acesso: 19 mai.2020.

**APÊNDICE II**

Média de acerto e frequência de abordagem dos tópicos e conteúdos de conhecimento de Biologia, descritos no Anexo da Matriz de Referência do Enem, nos itens de Biologia das provas regulares aplicadas no período de 2012 a 2016.

CONTÉUDO	TÓPICO*	FR EQ.	2					MÉ DIA DE ACERTO					
			012	013	014	015	016						
1 - Moléculas, células e tecidos	Estrutura e fisiologia celular: membrana, citoplasma e núcleo.	4	-	3	7	3	7	8	4	6	5	0,2 610	
	Aspectos bioquímicos das estruturas celulares.	4	-	2	6	7	7	-	9	6	6	0,3 010	
	Metabolismo energético: fotossíntese e respiração.	4	-	9	5	-	9	6	6	6	5	0,2 317	
	Síntese proteica.	4	8	4	-	-	4	7	0	9	463	0,2	
	Noções sobre células-tronco, clonagem e tecnologia do DNA recombinante.	4	8	4	-	9	8	4	7	-	986	0,2	
	Aplicações de biotecnologia na produção de alimentos, fármacos e componentes biológicos.	3	2	6	2	6	-	4	7	-	752	0,2	
	Divisão celular.	2	-	-	-	-	4	5	3	8	158	0,2	
	Aspectos gerais do metabolismo celular.	2	-	3	7	-	8	4	-	-	724	0,2	
	Diferenciação celular.	2	-	-	-	9	8	7	8	-	336	0,1	
	Aplicações de tecnologias relacionadas ao DNA a investigações científicas, determinação da paternidade, investigação criminal e identificação de indivíduos.	2	-	0	7	8	8	-	-	-	479	0,4	
	Origem e evolução das células.	1	-	-	-	3	7	-	-	-	884	0,1	
	2 - Hereditariedade e diversidade da vida	Princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias.	6	5	8	0	6	4	7	4	5	396	0,3
						2	7	4	7	0			

										8	0,4												
										5	0,2												
Antígenos e anticorpos.										5	0	7	5	8	2	7	9	7	263	0,4			
Fundamentos genéticos da evolução.										2	0	6	6	5	6	5	856	0,2					
Aspectos genéticos da formação e manutenção da diversidade biológica.										2	2	6	2	7	3	8	016	0,3					
Grupos sanguíneos, transplantes e doenças autoimunes.										1	9	7	128	0,2									
Mutações gênicas e cromossômicas.										1	6	6	572	0,1									
3 - Identidade dos seres vivos	Evolução e padrões anatômicos e fisiológicos observados nos seres vivos.										8	3	8	3	5	3	8	5	7	846	0,2		
	Funções vitais dos seres vivos e sua relação com a adaptação desses organismos a diferentes ambientes.										8	7	5	3	5	1	6	3	8	1	7	782	0,2
	Embriologia, anatomia e fisiologia humana.										7	5	5	6	4	5	6	5	7	8	858	0,2	
	Vírus, procariontes e eucariontes.										3	0	7	8	3	7	9	6	996	0,2			
	Autótrofos e heterótrofos.										2	0	8	2	6	290	0,3						
	Seres unicelulares e pluricelulares.										2	3	6	8	7	484	0,3						
Sistemática e as grandes linhas da evolução dos seres vivos.										1	5	8	628	0,3									
4 - Ecologia e ciências ambientais	Problemas ambientais: mudanças climáticas, efeito estufa; desmatamento; erosão; poluição da água, do solo e do ar.										9	1	8	7	6	8	7	4	0	8	001	0,3	
	A comunidade										7	0	8	8	7	1	6	1	6	150	0,3		



	biológica: alimentar, sucessão comunidade clímax.						1	8		2	6	
												7
										3		
												6
												0
	Interações entre os seres vivos.	6	6	5	3	6	0	6		1	6	0,3
												499
												6
	Ciclos biogeoquímicos.	6			9	5	3	6	1	6	2	0,2
												498
												6
	Exploração e uso de recursos naturais.	4	6	4	7		9	4		8	4	0,3
												608
												6
	Dinâmica de populações.	3	2	6	4	8				1	6	0,2
												718
												5
	Fluxo de energia no ecossistema.	3	6	8	0	8						0,3
												507
												5
	Biomassas brasileiros.	3	7	5			1	6		1	7	0,2
												682
												6
	Conservação da biodiversidade.	3			3	8				3	7	0,3
												658
												4
	Ecosistemas.	2	7	5					7	4		0,2
												505
												5
	Conservação e recuperação de ecossistemas.	2	1	5						3	7	0,4
												014
												4
	Tecnologias ambientais.	2	1	5						8	4	0,3
												277
												6
	Habitat e nicho ecológico.	1	8	6								0,2
												836
												5
	Noções de saneamento básico.	1	2	5								0,6
												543
												7
	Hipóteses sobre a origem do Universo, da Terra e dos seres vivos.	2	5	7						0	9	0,2
												615
												8
	Teorias de evolução.	2	1	8			3	5				0,3
												713
												6
5 - Origem e evolução da vida	Teoria sintética da evolução.	1								6	5	0,1
												532
												6
	Seleção artificial e seu impacto sobre ambientes naturais e sobre populações humanas.	1	2	6								0,2
												057
												5
	Principais doenças que afetam a população brasileira: caracterização, prevenção e profilaxia.		2	5	0	5			2	7		
6 - Qualidade de vida das populações humanas		8	0	8	8	7			9	8	8	0,3
										7		979
												8
												7

Aspectos biológicos do desenvolvimento sustentável.	2	7	6	8	4	393	0,3
Noções de primeiros socorros.	1			8	7	506	0,5
Aspectos sociais da biologia: uso indevido de drogas; gravidez na adolescência; obesidade.	1	0	8			167	0,6
Exercícios físicos e vida saudável.	1			7	4	288	0,2

Todos os itens destacados em azul e negrito pertencem ao GRUPO A, abordando conteúdos relacionados à Genética e à Biologia Evolutiva. \* 24 tópicos do componente de Biologia, descritos no Anexo da Matriz de referência do Enem, não foram identificados nos 74 itens de Biologia analisados nas provas da amostra, não sendo mencionados nessa tabela.

### APÊNDICE III

Itens das provas regulares do ENEM (2012-2016) que pertencem ao grupo A desse trabalho.

2012

#### QUESTÃO 48

O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente.

A característica de interesse será manifestada em decorrência

- A do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.
- B da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.
- C da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridizado.
- D da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.
- E da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.**

#### QUESTÃO 62

Não é de hoje que o homem cria, artificialmente, variedades de peixes por meio da hibridação. Esta é uma técnica muito usada pelos cientistas e pelos piscicultores porque os híbridos resultantes, em geral, apresentam maior valor comercial do que a média de ambas as espécies parentais, além de reduzir a sobrepesca no ambiente natural.

Terra da Gente, ano 4, n. 47, mar. 2008 (adaptado).

Sem controle, esses animais podem invadir rios e lagos naturais, se reproduzir e

- A originar uma nova espécie poliploide.
- E substituir geneticamente a espécie natural.**
- C ocupar o primeiro nível trófico no habitat aquático.
- D impedir a interação biológica entre as espécies parentais.
- F produzir descendentes com o código genético modificado.

#### QUESTÃO 65

Os vegetais biossintetizam determinadas substâncias (por exemplo, alcaloides e flavonoides), cuja estrutura química e concentração variam num mesmo organismo em diferentes épocas do ano e estágios de desenvolvimento. Muitas dessas substâncias são produzidas para a adaptação do organismo às variações ambientais (radiação UV, temperatura, parasitas, herbívoros, estímulo a polinizadores etc.) ou fisiológicas (crescimento, envelhecimento etc.).

As variações qualitativa e quantitativa na produção dessas substâncias durante um ano são possíveis porque o material genético do indivíduo

- A sofre constantes recombinações para adaptar-se.
- B muda ao longo do ano e em diferentes fases da vida.
- C cria novos genes para biossíntese de substâncias específicas.
- D altera a sequência de bases nitrogenadas para criar novas substâncias.
- E possui genes transcritos diferentemente de acordo com cada necessidade.**

#### QUESTÃO 75

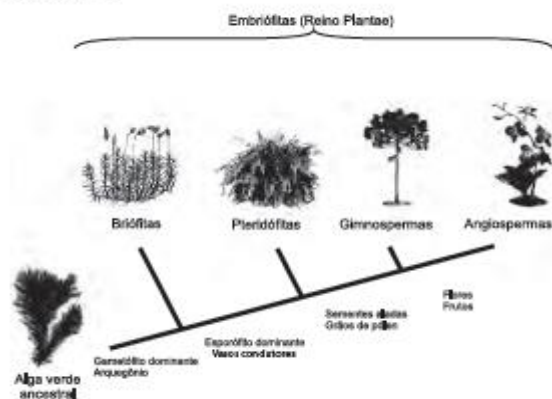
Em certos locais, larvas de moscas, criadas em arroz cozido, são utilizadas como iscas para pesca. Alguns criadores, no entanto, acreditam que essas larvas surgem espontaneamente do arroz cozido, tal como preconizado pela teoria da geração espontânea.

Essa teoria começou a ser refutada pelos cientistas ainda no século XVII, a partir dos estudos de Redi e Pasteur, que mostraram experimentalmente que

- A seres vivos podem ser criados em laboratório.
- B a vida se originou no planeta a partir de microrganismos.
- C o ser vivo é oriundo da reprodução de outro ser vivo pré-existente.**
- D seres vermiformes e microrganismos são evolutivamente aparentados.
- E vermes e microrganismos são gerados pela matéria existente nos cadáveres e nos caldos nutritivos, respectivamente.

#### QUESTÃO 85

A imagem representa o processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Para o sucesso desse processo, a partir de um ancestral simples, os diferentes grupos vegetais desenvolveram estruturas adaptativas que lhes permitiram sobreviver em diferentes ambientes.



Disponível em: <http://biopibidutj.blogspot.com>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

Qual das estruturas adaptativas apresentadas contribuiu para uma maior diversidade genética?

- A As sementes aladas, que favorecem a dispersão aérea.
- B Os arquegônios, que protegem o embrião multicelular.
- C Os grãos de pólen, que garantem a polinização cruzada.**
- D Os frutos, que promovem uma maior eficiência reprodutiva.
- E Os vasos condutores, que possibilitam o transporte da seiva bruta.

2013

QUESTÃO 60

As fêmeas de algumas espécies de aranhas, escorpiões e de outros invertebrados predam os machos após a cópula e inseminação. Como exemplo, fêmeas canibais do inseto conhecido como louva-a-deus, *Tenodera aridifolia*, possuem até 63% da sua dieta composta por machos parceiros. Para as fêmeas, o canibalismo sexual pode assegurar a obtenção de nutrientes importantes na reprodução. Com esse incremento na dieta, elas geralmente produzem maior quantidade de ovos.

BORGES, J. C. Jogo mortal. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Apesar de ser um comportamento aparentemente desvantajoso para os machos, o canibalismo sexual evoluiu nesses táxons animais porque

- A promove a maior ocupação de diferentes nichos ecológicos pela espécie.
- B favorece o sucesso reprodutivo individual de ambos os parentais.
- C impossibilita a transmissão de genes do macho para a prole.
- D impede a sobrevivência e reprodução futura do macho.
- E reduz a variabilidade genética da população.

QUESTÃO 62

A estratégia de obtenção de plantas transgênicas pela inserção de transgenes em cloroplastos, em substituição à metodologia clássica de inserção do transgene no núcleo da célula hospedeira, resultou no aumento quantitativo da produção de proteínas recombinantes com diversas finalidades biotecnológicas. O mesmo tipo de estratégia poderia ser utilizada para produzir proteínas recombinantes em células de organismos eucarióticos não fotossintetizantes, como as leveduras, que são usadas para produção comercial de várias proteínas recombinantes e que podem ser cultivadas em grandes fermentadores.

Considerando a estratégia metodológica descrita, qual organela celular poderia ser utilizada para inserção de transgenes em leveduras?

- A Lisossomo.
- B Mitocôndria.
- C Peroxissomo.
- D Complexo golgiense.
- E Retículo endoplasmático.

QUESTÃO 70

Cinco casais alegavam ser os pais de um bebê. A confirmação da paternidade foi obtida pelo exame de DNA. O resultado do teste está esquematizado na figura, em que cada casal apresenta um padrão com duas bandas de DNA (faixas, uma para o suposto pai e outra para a suposta mãe), comparadas à do bebê.

Bebê	1		2		3		4		5	
	Pai	Mãe	Pai	Mãe	Pai	Mãe	Pai	Mãe	Pai	Mãe

Que casal pode ser considerado como pais biológicos do bebê?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

QUESTÃO 88

Para a identificação de um rapaz vítima de acidente, fragmentos de tecidos foram retirados e submetidos à extração de DNA nuclear, para comparação com o DNA disponível dos possíveis familiares (pai, avô materno, avó materna, filho e filha). Como o teste com o DNA nuclear não foi conclusivo, os peritos optaram por usar também DNA mitocondrial, para dirimir dúvidas.

Para identificar o corpo, os peritos devem verificar se há homologia entre o DNA mitocondrial do rapaz e o DNA mitocondrial do(a)

- A pai.
- B filho.
- C filha.
- D avó materna.
- E avô materno.

2014

QUESTÃO 53

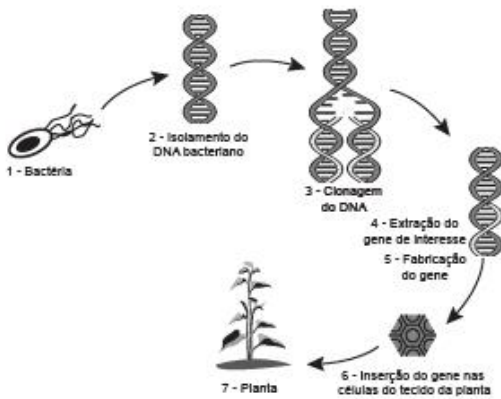
Embora seja um conceito fundamental para a biologia, o termo “evolução” pode adquirir significados diferentes no senso comum. A ideia de que a espécie humana é o ápice do processo evolutivo é amplamente difundida, mas não é compartilhada por muitos cientistas.

Para esses cientistas, a compreensão do processo citado baseia-se na ideia de que os seres vivos, ao longo do tempo, passam por

- A) modificação de características.
- B) incremento no tamanho corporal.
- C) complexificação de seus sistemas.
- D) melhoria de processos e estruturas.
- E) especialização para uma determinada finalidade.

QUESTÃO 69

Em um laboratório de genética experimental, observou-se que determinada bactéria continha um gene que conferia resistência a pragas específicas de plantas. Em vista disso, os pesquisadores procederam de acordo com a figura.



Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2013 (adaptado).

Do ponto de vista biotecnológico, como a planta representada na figura é classificada?

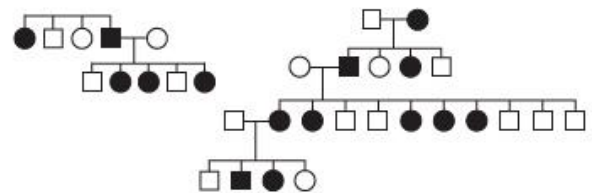
- A) Clone.
- B) Híbrida.
- C) Mutante.
- D) Adaptada.
- E) Transgênica.

Segundo a teoria evolutiva mais aceita hoje, as mitocôndrias, organelas celulares responsáveis pela produção de ATP em células eucariotas, assim como os cloroplastos, teriam sido originados de procariontes ancestrais que foram incorporados por células mais complexas.

Uma característica da mitocôndria que sustenta essa teoria é a

- A) capacidade de produzir moléculas de ATP.
- B) presença de parede celular semelhante à de procariontes.
- C) presença de membranas envolvendo e separando a matriz mitocondrial do citoplasma.
- D) capacidade de autoduplicação dada por DNA circular próprio semelhante ao bacteriano.
- E) presença de um sistema enzimático eficiente às reações químicas do metabolismo aeróbio.

QUESTÃO 74



No heredograma, os símbolos preenchidos representam pessoas portadoras de um tipo raro de doença genética. Os homens são representados pelos quadrados e as mulheres, pelos círculos.

Qual é o padrão de herança observado para essa doença?

- A) Dominante autossômico, pois a doença aparece em ambos os sexos.
- B) Recessivo ligado ao sexo, pois não ocorre a transmissão do pai para os filhos.
- C) Recessivo ligado ao Y, pois a doença é transmitida dos pais heterozigotos para os filhos.
- D) Dominante ligado ao sexo, pois todas as filhas de homens afetados também apresentam a doença.
- E) Codominante autossômico, pois a doença é herdada pelos filhos de ambos os sexos, tanto do pai quanto da mãe.

QUESTÃO 79

Em um hospital havia cinco lotes de bolsas de sangue, rotulados com os códigos I, II, III, IV e V. Cada lote continha apenas um tipo sanguíneo não identificado. Uma funcionária do hospital resolveu fazer a identificação utilizando dois tipos de soro, anti-A e anti-B. Os resultados obtidos estão descritos no quadro.

Código dos lotes	Volume de sangue (L)	Soro anti-A	Soro anti-B
I	22	Não aglutinou	Aglutinou
II	25	Aglutinou	Não aglutinou
III	30	Aglutinou	Aglutinou
IV	15	Não aglutinou	Não aglutinou
V	33	Não aglutinou	Aglutinou

Quantos litros de sangue eram do grupo sanguíneo do tipo A?

- A) 15
- B) 25
- C) 30
- D) 33
- E) 55

2015

QUESTÃO 54

Um importante princípio da biologia, relacionado à transmissão de caracteres e à embriogênese humana, foi quebrado com a descoberta do microquimerismo fetal. Microquimerismo é o nome dado ao fenômeno biológico referente a uma pequena população de células ou DNA presente em um indivíduo, mas derivada de um organismo geneticamente distinto. Investigando-se a presença do cromossomo Y, foi revelado que diversos tecidos de mulheres continham células masculinas. A análise do histórico médico revelou uma correlação extremamente curiosa: apenas as mulheres que antes tiveram filhos homens apresentaram microquimerismo masculino. Essa correlação levou à interpretação de que existe uma troca natural entre células do feto e maternas durante a gravidez.

MUOTRI, A. *Você não é só você*: carregamos células maternas na maioria de nossos órgãos. Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 4 dez. 2012 (adaptado).

O princípio contestado com essa descoberta, relacionado ao desenvolvimento do corpo humano, é o de que

- A o fenótipo das nossas células pode mudar por influência do meio ambiente.
- B a dominância genética determina a expressão de alguns genes.
- C as mutações genéticas introduzem variabilidade no genoma.
- D as mitocôndrias e o seu DNA provêm do gameta materno.
- E as nossas células corporais provêm de um único zigoto.

QUESTÃO 56

Algumas raças de cães domésticos não conseguem copular entre si devido à grande diferença em seus tamanhos corporais. Ainda assim, tal dificuldade reprodutiva não ocasiona a formação de novas espécies (especiação).

Essa especiação não ocorre devido ao(à)

- A oscilação genética das raças.
- B convergência adaptativa das raças.
- C isolamento geográfico entre as raças.
- D seleção natural que ocorre entre as raças.
- E manutenção do fluxo gênico entre as raças.

QUESTÃO 66

A cariotipagem é um método que analisa células de um indivíduo para determinar seu padrão cromossômico. Essa técnica consiste na montagem fotográfica, em sequência, dos pares de cromossomos e permite identificar um indivíduo normal (46, XX ou 46, XY) ou com alguma alteração cromossômica. A investigação do cariótipo de uma criança do sexo masculino com alterações morfológicas e comprometimento cognitivo verificou que ela apresentava fórmula cariotípica 47, XY, +18.

A alteração cromossômica da criança pode ser classificada como

- A estrutural, do tipo deleção.
- B numérica, do tipo euploidia.
- C numérica, do tipo poliploidia.
- D estrutural, do tipo duplicação.
- E numérica, do tipo aneuploidia.

QUESTÃO 72

Tanto a febre amarela quanto a dengue são doenças causadas por vírus do grupo dos arbovírus, pertencentes ao gênero *Flavivirus*, existindo quatro sorotipos para o vírus causador da dengue. A transmissão de ambas acontece por meio da picada de mosquitos, como o *Aedes aegypti*. Entretanto, embora compartilhem essas características, hoje somente existe vacina, no Brasil, para a febre amarela e nenhuma vacina efetiva para a dengue.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. *Dengue*: Instruções para pessoal de combate ao vetor. Manual de Normas Técnicas. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br>. Acesso em: 7 ago. 2012 (adaptado).

Esse fato pode ser atribuído à

- A maior taxa de mutação do vírus da febre amarela do que do vírus da dengue.
- B alta variabilidade antigênica do vírus da dengue em relação ao vírus da febre amarela.
- C menor adaptação do vírus da dengue à população humana do que do vírus da febre amarela.
- D presença de dois tipos de ácidos nucleicos no vírus da dengue e somente um tipo no vírus da febre amarela.
- E baixa capacidade de indução da resposta imunológica pelo vírus da dengue em relação ao da febre amarela.

QUESTÃO 74

A palavra "biotecnologia" surgiu no século XX, quando o cientista Herbert Boyer introduziu a informação responsável pela fabricação da insulina humana em uma bactéria, para que ela passasse a produzir a substância.

Disponível em: [www.brasil.gov.br](http://www.brasil.gov.br). Acesso em: 28 jul. 2012 (adaptado).

As bactérias modificadas por Herbert Boyer passaram a produzir insulina humana porque receberam

- A a sequência de DNA codificante de insulina humana.
- B a proteína sintetizada por células humanas.
- C um RNA recombinante de insulina humana.
- D o RNA mensageiro de insulina humana.
- E um cromossomo da espécie humana.

QUESTÃO 87

O formato das células de organismos pluricelulares é extremamente variado. Existem células discoides, como é o caso das hemácias, as que lembram uma estrela, como os neurônios, e ainda algumas alongadas, como as musculares.

Em um mesmo organismo, a diferenciação dessas células ocorre por

- A produzirem mutações específicas.
- B possuírem DNA mitocondrial diferentes.
- C apresentarem conjunto de genes distintos.
- D expressarem porções distintas do genoma.
- E terem um número distinto de cromossomos.

2016

**QUESTÃO 83**

O Brasil possui um grande número de espécies distintas entre animais, vegetais e microrganismos envolvidos em uma imensa complexidade e distribuídas em uma grande variedade de ecossistemas.

SANDES, A. R. R.; BLASI, G. *Biodiversidade e diversidade química e genética*. Disponível em: <http://novastecnologias.com.br>. Acesso em: 22 set. 2015 (adaptado).

O incremento da variabilidade ocorre em razão da permuta genética, a qual propicia a troca de segmentos entre cromátides não irmãs na meiose.

Essa troca de segmentos é determinante na

- A produção de indivíduos mais férteis.
- B transmissão de novas características adquiridas.
- C recombinação genética na formação dos gametas.
- D ocorrência de mutações somáticas nos descendentes.
- E variação do número de cromossomos característico da espécie.

**QUESTÃO 90**

Apesar da grande diversidade biológica, a hipótese de que a vida na Terra tenha tido uma única origem comum é aceita pela comunidade científica. Uma evidência que apoia essa hipótese é a observação de processos biológicos comuns a todos os seres vivos atualmente existentes.

Um exemplo de tal processo é o(a)

- A desenvolvimento embrionário.
- B reprodução sexuada.
- C respiração aeróbica.
- D excreção urinária.
- E síntese proteica.

MEC. (2019). Provas e Gabaritos. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Recuperado de: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/provas-e-gabaritos>

**APÊNDICE IV**

Legenda detalhada, referente ao Quadro 2, para critérios que foram observados parcialmente em itens do grupo A, durante análise estrutural e de conteúdo (Análise II).

CAMPO	CRITÉRIO	LEGENDA
Aspectos a melhorar na elaboração de itens	Linguagem	X: falta de informações ou uso de termos ambíguos que não deixam claro o que o enunciado, distrator mais assinalado ou gabarito propõe.
		P: uso de palavras da língua portuguesa menos frequentes no cotidiano ou de termos científicos menos comuns em materiais didáticos em detrimento de seus sinônimos. Fator que, para aqueles estudantes de menor vocabulário, pode ser um obstáculo na compreensão do enunciado, do gabarito e dos distratores.
	Uso de conteúdos não explorados no Ensino Médio	X: Esta legenda não foi aplicada para esse critério, uma vez que não há um levantamento de quais conteúdos são de fato trabalhados no ensino médio.
		P: Uso de conteúdos comuns à graduação – que podem não ter sido estudados durante os segmentos da Educação básica – como contextualização ou ainda no enunciado, distrator ou gabarito, podendo interferir na compreensão e resolução da questão.
	Forma de apresentação do problema	X: Contextualizações desnecessárias, que não contribuem ou não estão relacionadas com enunciado e gabarito, e que podem atrapalhar a interpretação do item e do que o enunciado pede.
		P: Contextualização com informações importantes e relacionadas ao gabarito, porém não abordada de maneira pertinente e clara.
	Excesso de informações	X: Excesso de informações, vírgulas, exemplos e termos biológicos que não são essenciais para a compreensão do item e, além de tornar a questão longa, podem atrapalhar o entendimento do texto-base e enunciado, interferindo na resolução do item.
		P: Informações complementares, pertinentes à temática, porém que poderiam ser eliminadas do item sem fazer falta.



**APÊNDICE V**

Conceitos biológicos oriundos da Genética e da Biologia Evolutiva, bem como os termos e expressões comuns à área utilizados no texto-base, enunciado, gabarito e distratores dos itens do grupo A.

ITENS DE PIOR DESEMPENHO			ITENS DE MELHOR DESEMPENHO	
TEXTO-BASE, ENUNCIADO E GABARITO	DISTRATORES MAIS ESCOLHIDOS QUE O GABARITO	DISTRATORES MENOS ESCOLHIDOS QUE O GABARITO	TEXTO-BASE, ENUNCIADO E GABARITO	DISTRATORES MENOS ESCOLHIDOS
adaptação	adaptação*	deleção	ancestral	abiogênese*
aglutinação*	alteração estrutural	dominante	bactérias modificadas	adaptação
alteração cromossômica	alteração numérica	heterozigoto	bandas de DNA	ativação do DNA
alteração numérica	autossômico	interação biológica	biogênese*	características adquiridas
aneuploidia	código genético	isolamento geográfico	biotecnologia	cariótipo*
autoduplicação	codominante	poliploide	característica	clone
cariotipagem	convergência adaptativa	recessivo ligado ao sexo	clonagem de DNA	cromossomo
cromossomo Y	cromossomos	recessivo ligado ao Y	cromátides não irmãs	DNA
diferenciação de células	DNA mitocondrial*	sequência de bases nitrogenadas	diversidade genética	DNA não hibridizado
diversidade	descendentes		DNA bacteriano	duplicação
DNA	dominância genética		DNA codificante	eficiência reprodutiva
DNA circular	duplicação		DNA mitocondrial	expressão de proteínas
DNA mitocondrial	euploidia		DNA recombinante	gene
DNA nuclear	expressão de genes		espécies	híbrida
doença genética	gameta materno		estrutura adaptativa	mutações
dominante ligado ao sexo	genes		evolução	mutante
especiação	genoma		gene	prole
espécies parentais	herdada		geração espontânea	proteína sintetizada
fórmula cariotípica	oscilação genética		meiose	RNA mensageiro
genes	poliploidia		modificação	RNA recombinante

genes transcritos	recombinação		pais biológicos	RNA transportador
heredograma	reprodução sexuada		parentais	síntese de carboidratos
hibridação	seleção natural		paternidade	somáticas
híbridos	variabilidade		permuta gênica	transcrição
homologia	mutações		polinização cruzada	transmissão de genes
material genético			processo de evolução	variabilidade genética
microquimerismo			proteína recombinante	
padrão cromossômico			recombinação genética	
padrão de herança			RNA mensageiro	
pares de cromossomos			sucesso reprodutivo	
raças			tradução	
reprodução*			transgene	
síntese proteica			variabilidade	
substituir geneticamente			táxons	
teoria evolutiva			transgênico	
tipo sanguíneo				
variações ambientais				
transmissão de caracteres				

**Quadro 1** - Conceitos, termos e expressões presentes nos itens do Grupo A, das provas regulares do ENEM (2012-2016).

\* Tais termos não estão transcritos aqui exatamente como constavam nos itens, pois os mesmos estavam conjugados ou descritos de forma que se tornariam incompreensíveis fora do contexto, sendo adaptados para transmitir a ideia desejada.