

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SÃO PAULO

GIOVANA VIANNA MANCINI

ANÁLISE DA CONGRUÊNCIA ENTRE OS CONTEÚDOS AVALIADOS NOS ITENS DE BIOLOGIA DO ENEM (2009 A 2014), A MATRIZ DE REFERÊNCIA E A PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

São Paulo

2020

GIOVANA VIANNA MANCINI

ANÁLISE DA CONGRUÊNCIA ENTRE OS CONTEÚDOS AVALIADOS NOS ITENS DE BIOLOGIA DO ENEM (2009 A 2014), A MATRIZ DE REFERÊNCIA E A PROPOSTA CURRICULAR DO ESTADO DE SÃO PAULO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de São Paulo como requisito para obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Elaine Pavini Cintra

São Paulo

2020

Mancini, Giovana Vianna.

Análise da congruência entre os conteúdos avaliados nos itens de biologia do ENEM (2009 a 2014), a matriz de referência e a proposta curricular do estado de São Paulo/ Giovana Vianna Mancini- São Paulo, 2020

137fl.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Instituto Federal de São Paulo

1- Novo ENEM 2009-2014; 2- Proposta Curricular do Estado de São Paulo (2008), 3- Taxonomia de Bloom revisada, 4- Modelo de Webb, 5- Tabela bidimensional

GIOVANA VIANNA MANCINI

**ANÁLISE DA CONGRUÊNCIA ENTRE OS CONTEÚDOS AVALIADOS NOS ITENS DE BIOLOGIA
DO ENEM (2009 A 2014), A MATRIZ DE REFERÊNCIA E A PROPOSTA CURRICULAR DO
ESTADO DE SÃO PAULO**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática como requisito para obtenção do grau de Mestre.

-AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - campus SP, a reproduzir, disponibilizar na rede mundial de computadores (Internet) e permitir a reprodução por meio eletrônico, da OBRA, a partir da presente data.

Trabalho aprovado em 11 de dezembro de 2020

Profa. Dra. Elaine Pavini Cintra

Profa. Dra. Profa Dra Roberta Maura Calefi

Prof. Dr José Otavio Baldinato

São Paulo, 11 de dezembro de 2020

*Fernando, Matheus e Maria Fernanda por todo
carinho, dedicação e amor.*

Agradecimentos

A Deus, por tudo.

A minha orientadora, Profa. Dra. Elaine Pavini Cintra, por seu apoio e compreensão nos momentos difíceis.

Aos meus filhos, Matheus e Maria Fernanda, razão de meu viver, obrigada pelo carinho e amor.

A meu esposo, Fernando, pela paciência e compreensão.

A todos os familiares, ao amigo Daniel Cerri por toda força e amizade sincera e também a todos os amigos que tiveram participação direta ou indireta durante a realização deste trabalho.

Ao IFSP, à Direção do Campus São Paulo, ao programa de Mestrado profissional em ensino de Ciências e matemática.

“Se não houver frutos, valeu a beleza das flores; se não houver flores, valeu a sombra das folhas; se não houver folhas, valeu a intenção da semente”

-Henfil

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	15
1.1 Currículo	16
1.2 Evolução do pensamento crítico sobre as teorias do currículo	17
1.3 A disciplina Biologia e o Currículo.....	19
1.4 Avaliação Educacional.....	20
1.4.1 O ENEM.....	22
1.4.1.1 A Matriz de Referência do ENEM e seus eixos cognitivos.....	23
1.4.1.2 Atualizações e Mudanças feitas no ENEM.....	24
1.4.1.3 Os itens do ENEM.....	24
1.5 O Currículo de Biologia do estado de São Paulo.....	26
1.6 Estudos de Alinhamento.....	27
1.7 Taxonomia de Bloom Revisada.....	29
1.8 A tabela bidimensional, <i>HOCS</i> e <i>LOCs</i>	32
1.9 Análises críticas sobre os itens de Biologia do ENEM.....	34
2. OBJETIVOS	35
3. PERCURSO METODOLÓGICO	36
3.1 Natureza da pesquisa.....	36
3.2 Coleta de provas do ENEM.....	37
3.3 Taxonomia de Bloom revisada e seleção/ classificação dos itens avaliados.....	37
3.4 Painel de Especialistas para classificação dos itens do ENEM.....	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 Caracterização dos conteúdos de Biologia nos itens do ENEM de 2009 a 2014.....	40
4.2 Identificação dos objetos de conhecimento dos conteúdos de Biologia nos itens do ENEM de 2009 a 2014.....	48
4.2.1 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2009.....	55
4.2.2 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2010.....	55
4.2.3 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2011.....	55
4.2.4 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2012.....	56
4.2.5 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2013.....	56
4.2.6 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2014.....	56
4.2.7 Compilado geral dos itens do ENEM aplicados no período de 2009 a 2014.....	57
4.3 Correlação entre os conteúdos dos itens e os objetos de conhecimento da matriz do ENEM.....	60
4.4 Correlação entre os conteúdos dos itens e os sete grandes temas de estudo do currículo do estado de São Paulo.....	64
4.5 Caracterização da demanda cognitiva nos itens do ENEM.....	66
4.6 Caracterização da Dimensão do Conhecimento.....	69
4.7 Tabela bidimensional.....	71
5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
6. REFERÊNCIAS	85
7. ANEXOS	96
ANEXO I- Itens de Biologia do ENEM 2009.....	97
ANEXO II- Itens de Biologia do ENEM 2010.....	105
ANEXO III- Itens de Biologia do ENEM 2011.....	111
ANEXO IV- Itens de Biologia do ENEM 2012.....	118
ANEXO V- Itens de Biologia do ENEM 2013.....	124
ANEXO VI- Itens de Biologia do ENEM 2014.....	130

RESUMO

O objetivo dessa dissertação foi analisar os itens de Biologia apresentados no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), no período de 2009 a 2014, conforme as dimensões da análise do conhecimento e da demanda cognitiva da Taxonomia de Bloom Revisada. Em adição, foi verificada a congruência parcial entre os conteúdos presentes nestes itens, a matriz de referência do ENEM e a Proposta Curricular do Estado de São Paulo de 2008. Este trabalho gerou um produto de natureza educacional designado “Itens de Biologia do ENEM: Um guia para os professores”. Resumidamente, foram caracterizados 96 itens a partir da elaboração de uma sentença descritora para cada um por diversos profissionais da área. Em relação aos objetos do conhecimento ou conteúdos analisados foi possível verificar que uma porcentagem significativa de itens, cerca de 36%, avaliou conceitos de Ecologia. Pela análise da tabela bidimensional, a maioria dos itens de biologia do referido período estão localizados em domínios com demandas de baixa ordem cognitiva (LOCS), em contraste a apenas 14,6% dos itens associados às demandas de alta ordem cognitiva (HOCS). Seguindo-se os preceitos de Webb, foi verificado que: (i) a categoria “*categorical concurrence*” não foi plenamente satisfatória entre a Matriz de Referência e os itens, pela não contemplação de vários objetos de conhecimento; (ii) O critério de alinhamento “*range of knowledge correspondance*” indicou que houve uma boa congruência entre o que é avaliado nos itens e o currículo de biologia do Estado de São Paulo e (iii) “*Depth of knowledge consistency*” houve pouca congruência por privilegiar mais itens LOCs em detrimento ao HOCs. Este trabalho demonstrou que a verificação da congruência entre os itens de Biologia aplicados no ENEM e seus respectivos documentos norteadores precisa ser aprimorada através de uma readequação dos itens a serem contemplados em futuras provas do ENEM.

Palavras-Chaves: novo ENEM 2009-2014, Proposta Curricular do Estado de São Paulo (2008), Taxonomia de Bloom revisada, Tabela bidimensional, LOCs e HOCs.

ABSTRACT

The goal of this dissertation was to analyze the Biology items presented in the Brazilian National High School Examination (ENEM), from 2009 to 2014, in according to the dimensions of the knowledge analysis and the cognitive demand of the Revised Bloom Taxonomy. Furthermore, a partial congruence was verified between the contents present in these items, the ENEM reference matrix and the Curriculum Proposal of the State of São Paulo of 2008. This work generated a product of an educational nature named "Itens de Biologia do ENEM: Um guia para os professores". Briefly, 96 items were characterized from the elaboration of a descriptive sentence for each one by several professionals in the biological area. Regarding the knowledge objects or content analyzed, it was possible to verify that a significant percentage of items, about 36%, evaluated concepts of Ecology. By analyzing the two-dimensional table, most biology items from that period are located in domains with low cognitive order demands (LOCS), in contrast to only 14.6% of the items associated with high cognitive order demands (HOCS). Following Webb's precepts, it was found that: (i) the categorical concurrence was not fully satisfactory between the Reference Matrix and the items, due to the non-contemplation of various knowledge objects; (ii) The Range of knowledge correspondence alignment criterion indicated that there was a good congruence between what was evaluated in the items and the biology curriculum of the State of São Paulo and (iii) Depth of knowledge consistency showed a little congruence by privilege more LOC items than HOCs. This work demonstrated that verification of the congruence between the items of Biology applied in ENEM and its respective guiding documents needs to be improved by a readjustment of the items to be contemplated in future ENEM tests.

Keywords: new ENEM 2009-2014, São Paulo State Curriculum Proposal (2008), revised Bloom Taxonomy, two-dimensional table, LOCs and HOCs.

Lista de Ilustrações- Figuras

Ilustração	Descrição	p.
Fig. 1	Modelo de “bolo de andares” da taxonomia de Bloom revisada. A analogia refere-se ao PROCESSO COGNITIVO (VERBOS: “Lembrar”, “Entender”, “Aplicar”, “Analisar”, “Avaliar” e “Criar”)	29
Fig. 2	Modelo de “bolo de andares” da taxonomia de Bloom revisada. A analogia refere-se à dimensão do CONHECIMENTO (NOMES: “Factual”, “Conceitual”, “Procedimental” e “Metacognitivo”).....	30
Fig. 3	Tabela bidimensional - O eixo das abscissas (horizontal) corresponde aos VERBOS da dimensão do processo cognitivo. Já o eixo das ordenadas (vertical) apresenta os NOMES da dimensão do conhecimento.....	33
Fig. 4	Tabela bidimensional envolvendo as dimensões dos conhecimentos e dos processos cognitivos considerando os objetivos educacionais.....	33
Fig. 5	Desenvolvimento da análise de conteúdo.....	36
Fig. 6	<i>Item n° 60, presente no exame do ENEM de 2014</i>	38
Fig. 7	Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2009.....	48
Fig. 8	Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2010.....	49
Fig. 9	Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2011.....	50
Fig. 10	Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2012.....	51
Fig. 11	Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2013.....	52
Fig. 12	Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2014.....	53
Fig. 13	Avaliação anual da porcentagem de ocorrência de itens de Biologia no ENEM no período de 2009 a 2014.....	54
Fig. 14	Distribuição conteúdos de Biologia presentes nos itens do ENEM (2009 – 2014)	63
Fig. 15	Ocorrência das demandas cognitivas nos itens do ENEM entre 2009 a 2014.....	67
Fig. 16	Ocorrência da dimensão do conhecimento nos itens do ENEM entre 2009 a 2014.....	70

Lista de Ilustrações- Quadros

Ilustração	Descrição	p.
Quadro 1	Breve histórico da modelagem do conceito de currículo no período pré-contemporâneo.....	18
Quadro 2	<i>Descritores/indicadores de Teorias de Currículo.....</i>	18
Quadro 3	Principais eventos/ diretrizes associadas à formação da disciplina Biologia.....	20
Quadro 4	<i>Principais avaliações/ Exames brasileiros.....</i>	21
Quadro 5	Descrição da estrutura do item.....	25
Quadro 6	<i>Organização do conteúdo básico sugerida pelo governo estadual de São Paulo.....</i>	26
Quadro 7	<i>Organização das grades curriculares de biologia associadas às habilidades requeridas.....</i>	26
Quadro 8	<i>Categorias e subcategorias da dimensão do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom Revisada.....</i>	31
Quadro 9	Categorias e subcategorias da dimensão do conhecimento da Taxonomia de Bloom Revisada....	32
Quadro 10	Exemplo de sentença descritora para um item do ENEM.	39

Lista de Ilustrações- Tabelas

Ilustração	Descrição	p.
Tabela 1	Quantidade de itens de Biologia aplicados nas avaliações do ENEM no período de 2009 a 2014	40
Tabela 2	Sentenças descritoras para os itens do Novo ENEM 2009 a 2014. Note que o conteúdo de Ecologia.....	41
Tabela 3	Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens – Enem 2009.....	48
Tabela 4	Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens – Enem 2010.....	49
Tabela 5	Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens – Enem 2011.....	50
Tabela 6	Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens – Enem 2012.....	51
Tabela 7	Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens – Enem 2013.....	52
Tabela 8	Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens – Enem 2014.....	53
Tabela 9	Resumo de ocorrência dos itens de Biologia do ENEM (2009 a 2014) distribuídos por conteúdos gerais.....	57
Tabela 10	Listagem dos conteúdos não contemplados em Biologia nos itens do ENEM (por disciplina)	58
Tabela 11	Objetos de conhecimento presentes na Matriz do ENEM.....	62
Tabela 12	Listagem dos temas não abordados nos principais Objetos de Conhecimento da Matriz do ENEM no período de 2009 a 2014.....	63
Tabela 13	Comparação entre os temas de estudo do currículo do Estado de São Paulo e a classificação dos conteúdos observados nos itens das avaliações do ENEM (2009 a 2014)	65
Tabela 14	Número de itens por demandas cognitivas nos itens do ENEM entre 2009 a 2014.....	67
Tabela 15	Número de itens por dimensão do conhecimento nos testes do ENEM entre 2009 a 2014.....	70
Tabela 16a	Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2009 do ENEM.....	72
Tabela 16b	Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2009 do ENEM.....	72
Tabela 17a	Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2010 do ENEM.....	73
Tabela 17b	Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2010 do ENEM.....	73
Tabela 18a	Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2011 do ENEM.....	74
Tabela 18b	Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2011 do ENEM.....	74
Tabela 19a	Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2012 do ENEM.....	75
Tabela 19b	Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2012 do ENEM.....	75
Tabela 20a	Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2013 do ENEM.....	76
Tabela 20b	Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2013 do ENEM.....	76
Tabela 21a	Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2014 do ENEM.....	77
Tabela 21b	Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2014 do ENEM.....	77
Tabela 22a	Tabela bidimensional relativa aos itens das provas de 2009 a 2014 do ENEM.....	78
Tabela 22b	Tabela bidimensional com o total de itens interpolados nas provas de 2009 a 2014 do ENEM.....	79
Tabela 23	Itens do ENEM analisados neste trabalho, por ordem numérica em cada ano.....	96

Lista de Abreviaturas e Siglas

Sigla/ Abreviatura	Descrição
<i>CCSSO</i>	<i>Council of Chief State School Officers</i>
COVID-19	CO rona VI rus D isease-2019
ENADE	Exame N acional do D esempenho de Estudantes
ENCCEJA	Exame N acional para C ertificação de Comp Etências de J ovens e A ultos
ENEM	Exame N acional do E nsino M édio
ERCE	Estudo R egional C omparativo e E xplicativo
Fies	Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior
<i>HOCS</i>	<i>High Order Cognitive Skills</i>
IFES	Instituições Federais de Ensino Superior
INEP	Instituto N acional de E studos e P esquisas Educacionais Anísio Teixeira
LDB	Leis de D iretrizes de B ase
<i>LOCS</i>	<i>Low Order Cognitive Skill</i>
MEC	M inistério da E ducação e C ultura
PCN	P arâmetros C urriculares N acionais
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i>
ProUni	P rograma U niversidade para T odos
SAEB	Sistema Nacional de A valiação da E ducação B ásica
SiSU	Sistema de S eleção U nificada
TRI	T eoría da R esposta ao I tem
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>

1. INTRODUÇÃO

Desde minha tenra infância e saudosa adolescência eu era fascinada pelo mundo natural- animais, vegetais e até mesmo minerais- isto me levou a ingressar no curso de Ciências Biológicas da Faculdade de Ciências e Letras de Ribeirão Preto, na Universidade de São Paulo (USP), em 1989. Logo após obter meu diploma de Bacharel em Ciências Biológicas iniciei minha carreira docente com expectativas típicas de uma jovem recém-formada. Tive a grata oportunidade de ministrar aulas de Biologia tanto na rede pública como particular. Entretanto, com o passar dos anos, sempre observei atentamente o desenvolvimento crítico-intelectual dos estudantes e pude notar na vivência do dia a dia (e não somente pelas notícias jornalísticas) a defasagem enorme entre a maioria dos alunos do ensino público quando confrontado aos do particular. Após longa reflexão, tomei forças e coragem para dedicação exclusiva como professora da rede estadual de ensino em regiões periféricas da cidade de Ribeirão Preto- SP. Uma das consequências diretas desta falha no ensino público foi em verificar por mim mesma que a grande maioria dos meus queridos estudantes não ingressavam em instituições de ensino superior de qualidade. Cortava-me o coração quando ouvia: “- Professora, eu nem vou prestar vestibular- não tenho condições, sei que vou ser reprovado”. Pensei comigo mesma sobre o que fazer para aquietar aquele sentimento de impotência/ indignação e eis que em uma noite chuvosa de dezembro de 2014, a partir de todas as indagações acima ditas, tive um *insight* e decidi ingressar em um programa de Mestrado para entender melhor o processo de ensino-aprendizagem. Fui aprovada e ingressei no grupo de Pesquisa da Prof. Dra. Elaine Pavini Cintra, o qual vem se fundamentando em estudos sobre a maior porta de entrada para o ensino superior no Brasil: o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio). Pesquisar esse exame traz contribuições tanto para a elaboração do mesmo quanto possui um efeito fundamental para o ensino médio no país, pois o ENEM tem grande impacto nas políticas públicas de melhora e reformulação dos currículos de todas as áreas do ensino médio no Brasil. Mesmo passando por problemas graves de saúde nestes últimos anos, retornei agora com força e esperança renovada para a conclusão deste trabalho. Espero estar contribuindo, ainda que pouco, para uma melhora no âmbito de ensino deste país.

REFERENCIAIS TEÓRICOS

1.1 Currículo

Historicamente, currículo é uma expressão derivada do latim com significado de trajeto, caminho, percurso. A palavra *curriculum* tem origem na palavra *Scurrere*, significando curso, correr e está associada à uma organização sequencial ou estrutural (GOODSON, 1995, 1997 e 2001). O termo *cursus* começa a ser usado nos séculos XIV e XV, com as devidas variantes semânticas em francês, inglês, português e também em outras línguas, sendo assim introduzida no âmbito universitário (BURKE, 2003; MORAES & ESPINOZA, 2014).

Há tempos vários estudiosos da área educacional vêm definindo o termo *curriculum*. Segundo Forquin:

A terminologia de currículo escolar é um legado oriundo da cultura anglo-saxã, o qual se relaciona a um percurso educacional, um conjunto contínuo de situações de aprendizagem (*learning experiences*) às quais um indivíduo vê-se exposto ao longo de um dado período, no contexto de uma instituição de educação formal (FORQUIN, 1993, p.22).

Outro importante pesquisador- Demerval Saviani- na definição de currículo, aponta:

Currículo é entendido comumente como a relação das disciplinas que compõem um curso ou a relação dos assuntos que constituem uma disciplina, no que ele coincide com o termo programa. Entretanto, no âmbito dos especialistas nessa matéria tem prevalecido a tendência a se considerar o currículo como sendo o conjunto das atividades (incluído o material físico e humano a elas destinado) que se cumprem com vistas a determinado fim. Este pode ser considerado o conceito ampliado de currículo, pois, no que toca à escola, abrange todos os elementos a ela relacionados. Em síntese, pode-se considerar que o currículo em ato de uma escola não é outra coisa senão essa própria escola em pleno funcionamento, isto é, mobilizando todos os seus recursos, materiais e humanos, na direção do objetivo que é a razão de ser de sua existência: a educação das crianças e jovens. Poderíamos dizer que, assim como o método procura responder à pergunta: como se deve fazer para atingir determinado objetivo, o currículo procura responder à pergunta: o que se deve fazer para atingir determinado objetivo. Diz respeito, pois, ao conteúdo da educação e sua distribuição no tempo e espaço que lhe são destinados. (SAVIANI, 2016, P.55).

Ainda neste cenário, Silva (2010) propõe uma reflexão sobre a escola e questões relacionadas ao binômio conhecimento/cultura- e conclui que a construção do currículo deveria envolver uma perfeita simbiose no que se compreende como desnecessário (ou

menos importante) com o fundamental/imprescindível para a formação dos recursos humanos. Para se tomar tais decisões, torna-se necessário analisar as interações e implicações de grande complexidade com avaliação de suas dimensões, assim como do contexto social e político passado e atual.

No livro *Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo*, SILVA (2010) analisou as diferentes ideias de currículo, de vários autores, categorizando essas ideias. Para construir essa categorização, separou as ideias com base na visão científica, concepção de ensino e a ligação entre a ideia de currículo e o meio social. Saviani, na mesma linha de pensamento, divide as ideias ou teorias do currículo em dois grupos bem distintos:

Num primeiro grupo, temos aquelas teorias que entendem ser a educação um instrumento de equalização social, portanto, de superação da marginalidade. Num segundo grupo, estão as teorias que entendem ser a educação um instrumento de discriminação social, logo, um fator de marginalização. (SAVIANI, 1996, p.15)

1.2 Evolução do pensamento crítico sobre as teorias do currículo

O currículo foi construído na medida em que se desenvolveu o processo de ensino e aprendizagem- mesmo antes da significância abrangente de seu conceito- ele já se fazia presente, assim como todos os aspectos de escolha e questões pertinentes ao mesmo como: o que, porquê, para quê ou a quem o ensino se destina ou beneficia. Incluem-se aí seus conteúdos, métodos ou formas, dinâmicas e também dimensões que o influenciam, embasam e apoiam (SACRISTÁN, 1998; PEREZ GOMES, 1998).

Desde o início da civilização ocidental, os educadores, filósofos/ pensadores vêm torneando o conceito de currículo, cada qual adaptando às suas realidades vigentes. O quadro 1 traz um resumo do período anterior às conhecidas teorias contemporâneas de currículo. Desde os gregos sofistas com seu ensino circular onde o estudante deveria fazer as disciplinas que compunham a ordem intelectual, passando por Aristóteles que preconiza a virtude na forma moral ou intelectual e seu professor Platão com ensinamentos que estabeleceram as bases da filosofia e matemática no mundo antigo. Já a partir da ascensão e queda do império romano seguidos pela não menos conturbada idade média, os conceitos de currículo foram sofrendo modificações de forma lenta e gradual, atendendo aos anseios da monarquia e do clero da Igreja Católica.

Civilização/ Período	Características típicas do ensino	Referências
Gregos sofistas, Platão e Aristóteles (350 a.C. ao séc. II d.C.)	<i>Enkuklios paideia</i> ; -Platão: Educação corpo e alma -Aristóteles: Ciências (filosofia, a matemática e a física) e (arte, política, ética e lógica)	ARANHA, 1996; GUSDORF, 1983; MILLER, 1990; ZABALA, 2002; BOTO, 2001
Império Romano (27 a.C. — 395 d.C.)	tradição helênica por Quintiliano	ZABALA, 2002
Idade Média I (séc V- VIII)	Idade das trevas- queda das escolas do mundo antigo, a difusão da cultura romana aos germânicos, começo monarquismo	NUNES, 1979
Idade Média II (Séc. X-XIII)	Ápice do feudalismo- Renascimento do século XII	NUNES, 1979
Idade Média III (Séc. XIII- XIV)	Civilização medieval chegou ao seu auge, nascimento das universidades e a implantação da doutrina e método escolástico	NUNES, 1979; ZABALA, 2002
Idade Média IV (Séc. XV-XVIII)	Humanismo renascentista, início do mercantilismo e capitalismo	NUNES, 1979

Quadro 1. Breve histórico da modelagem do conceito de currículo no período pré-contemporâneo. Fonte: Elaborado pela autora

A partir da reforma protestante no século XVI o ensino passa a ser coletivo ao invés de individualizado. Neste ponto, a escolarização passa a ser obrigatória, surgindo assim a escola moderna. Contudo, ainda eram poucos os que tinham acesso ao ensino formal (CAMBI, 1999; GILES, 1987; MANACORDA, 1989). Em 1808, Napoleão Bonaparte organizou o sistema educacional da França com a criação da Universidade Imperial, o que irrompeu com a unidade dos conhecimentos existente até então, provocando uma fragmentação ao ser necessário escolher entre a cultura científica e a literária. Assim sendo, o aspecto humanístico foi separado do tecnológico e científico (ZABALA, 2002). Já no início do séc. XX até os dias atuais, três teorias foram criadas, em âmbito global, para redefinir o currículo. São elas: as teorias tradicionais, críticas e pós-críticas. Cada qual com sua gênese, criticismo e peculiaridade. Resumidamente, o quadro 2 traz os principais indicadores utilizados nas três teorias acima descritas. Nota-se que conforme o pensamento vigente foi evoluindo, também foram acrescentados novos itens a serem considerados no quesito curricular.

Teorias Tradicionais	Teorias Críticas	Teorias pós-Críticas
-Ensino -Aprendizagem -Avaliação	-Ideologia -Reprodução Cultural e Social -Classe Social	-Identidade, -Alteridade e Diferença -Subjetividade

Teorias Tradicionais	Teorias Críticas	Teorias pós-Críticas
-Metodologia	-Capitalismo	-Significação e Discurso
-Didática	-Relações Sociais de Produção	-Representação
-Organização	-Conscientização	-Cultura
-Planejamento	-Emancipação e Libertação	-Gênero
-Eficiência	-Currículo Oculto	-Etnia,
-Objetivos	-Resistência	-Sexualidade
		-Multiculturalismo

Quadro 2- Descritores/indicadores de Teorias de Currículo. Fonte: Adaptado de SILVA (2010-.p 21 a 44)

1.3 A disciplina Biologia e o Currículo

Durante o último século, a fundamentação do currículo de Biologia se deu de forma não linear, com picos de crise e mudanças de paradigma no que tange às descobertas sobre a fenomenologia e mecânica que regem a VIDA. Resumidamente, o quadro 3 apresenta as principais evoluções nestas diretrizes/construção do pensamento biológico, onde se fundamentaram os conteúdos estruturantes da disciplina biologia no Brasil, mencionando também as principais influências provindas de experiências didáticas no exterior.

As diretrizes Curriculares na biologia pontuam-se na junção da concepção histórica da ciência articulada aos princípios da filosofia. A formação do pensamento biológico dimensionou-se de tal forma a permitir a escolha de conteúdos estruturantes e seus subsequentes encaminhamentos metodológicos. Segundo Lorenz e Barra (1986), a disciplina história natural que constava nos primórdios curriculares brasileiros e juntava os estudos de Botânica, Zoologia, Geologia e Mineralogia passaram, posteriormente a incorporar a disciplina Biologia com elementos adicionais modernos como o estudo dos genes e de sua manipulação em laboratório (Lorenz e Barra, 1986).

No ano de 2006, foram lançadas as orientações curriculares para o ensino médio (BRASIL, 2006). Essas orientações preconizam que o ensino de biologia discuta a biodiversidade do planeta, com ênfase na do Brasil. Que forme um cidadão crítico e com sólido conhecimento de biologia. Que esse ensino leve o aluno a opinar sobre o uso de produtos transgênicos, clonagem, reprodução assistida, dando base para que o aluno se posicione frente a esses assuntos e outros como cuidados com o corpo, com a alimentação, com a sexualidade. Podemos perceber que a partir do final dos anos 1990, as diretrizes e as orientações trazem mudanças importantes sobre o que o ensino de biologia deve despertar no aluno.

Ano	Principais eventos/ diretrizes
1838	-Fundação do Colégio Pedro II no Rio de Janeiro- Predomínio da formação humanista sem maior importância para a história natural, química, física e a matemática. Aulas expositivas com livros importados da França (RIO DE JANEIRO, 2020).
[193-]	-Criação de cursos superiores de ciências naturais- abordavam ciências biológicas e fatores socioeconômicos. A natureza do ensino era descritiva, livresca, teórica e memorística (PEREIRA, 1999).
[195-]	-“A abordagem pedagógica em ciências era tratar os conteúdos considerando os vários grupos de organismos separadamente, e as suas relações filogenéticas” (KRASILCHIK, 2004, p. 14).
[196-]	-Publicação do <i>Biological Sciences Curriculum Study (BSCS)</i> nos E.U.A.- Foram criados três diferentes cadernos, o azul, o verde e o amarelo, que abrangiam os conteúdos bioquímicos, ecológicos e celulares; - No Brasil surgiram os Centros de Ciências, onde o ensino era aprimorado e professores treinados em suas respectivas escolas e estados. - No final da década de 60, segundo Krasilchik (2004), o ensino de ciências no Brasil deveria se integrar em três vertentes: (i) ao progresso da Biologia; (ii) a constatação da importância da ciência como fator desenvolvimentista e (iii) a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional nº 4.024, de 2 de dezembro de 1961, cuja resolução transferiu as decisões curriculares do cunho federal para um sistema misto de cooperação entre a União, os Estados e os Municípios.
[197-]	- Promulgação da Lei n. 5.692/71 que reformulou o ensino (básico) estruturando o primeiro e segundo graus; o estabelecimento de um ensino tecnicista e a formação técnica compulsória para o segundo grau, visando atender o regime vigente, voltado para a ideologia do nacionalismo desenvolvimentista- LDB- 3ª ed. (BRASIL, 2019-b). -Segundo David Layton (1973), em seu livro <i>Science for People</i> , as disciplinas são inseridas num determinado currículo com base em sua pertinência e utilidade ao mesmo e são ministradas por professores não especialistas (LAYTON, 1973)
[198-]	-Rosenthal e Bybee (1987) classificaram o livro de Huxley e Martin (1876) como um marco unificador para o currículo das ciências biológicas- tal obra contempla a evolução Darwiniana para o ensino do segundo grau conjuntamente com o uso de práticas laboratoriais em práticas de dissecação; o que introduziu a ideia de um curso de Biologia Geral.
[199-]	-O processo ensino-aprendizagem em ciências foi “prioritariamente desenvolvido a partir dos modelos de mudança conceitual. [...] visando à construção de metodologias que (permitiam) a apropriação de conceitos científicos por parte dos alunos, a partir de diferentes enfoques construtivistas” (LOPES, 1999, p. 201). - As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM- Resolução CNE/CEB n. 03/98), regulamentaram a LDB n. 9.394/96, colocando a Biologia na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias (BRASIL, 1996)

Quadro 3: Principais eventos/ diretrizes associadas à formação da disciplina Biologia. Fonte: Elaborado pela autora.

1.4 Avaliação Educacional

O ato de avaliar está inserido nos setores de atividade humana com a finalidade de investigar/ analisar quaisquer fatos, situações e/ou processos. As avaliações internas (feitas pelos professores) e externas (realizadas por agente externo a escola), o conjunto das duas dará aos professores e dirigentes de ensino o melhor caminho para a elaboração de planos de trabalho e políticas públicas de ensino. LUCKESI (1994) diz que a avaliação tem força qualitativa na análise de dados importantes no binômio ensino- aprendizagem, a qual auxilia na tomada de decisões dos professores e do coletivo sobre a forma mais adequada de ensino.

Com relação à avaliação em larga escala, Wiebush (2012) diz:

A avaliação externa em larga escala busca avaliar o desempenho dos alunos em determinados momentos da escolarização, por meio de fatores associados, testes de proficiência, questionários contextuais, diagnóstico do sistema de ensino. É um instrumento significativo que oferece subsídios para a formulação, a reformulação e o monitoramento de políticas públicas, e também para a gestão da educação em nível de sistemas estadual e municipal em suas respectivas escolas. Esse tipo de avaliação é importante, pois recolhe indicadores comparativos de desempenho que servirão de base para futuras tomadas de decisões no âmbito da escola e nas diferentes esferas do sistema educacional (WIEBUSCH, 2012, p.3)

Elas podem ser pautadas em discussões nas escolas e, segundo a autora acima citada, podem resultar em uma melhoria no processo de aprendizagem dos alunos. Segundo Bonamino e Sousa (2012), a partir dos anos 1980 se inicia, no Brasil, uma sistemática de avaliação dos ensinos fundamental e médio em âmbito nacional. Nos anos 1990 foi implantada a avaliação externa da educação básica através do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) tornando-se um marco avaliativo no país. (COELHO, 2008). Segundo Horta Neto (2007):

Também na década dos 90, em praticamente quase todos os países da América Latina, são criados sistemas nacionais de avaliação da aprendizagem. Este movimento que começa nos Estados Unidos em fins da década dos 60, se expande para a Europa na década dos 70 e nos anos 80 atinge a Ásia e a Oceania. Segundo dados da UNESCO (2000), estima-se que já são mais de 50 os países que desenvolvem programas de avaliação, a maioria deles em países desenvolvidos. Ainda, segundo a UNESCO, a tendência é que este número cresça muito mais. (HORTA NETO, 2007. p. 5)

Várias são as avaliações e exames aplicados em larga escala no Brasil. Dentre eles, alguns estão apresentadas no Quadro 4. Em destaque, o ENEM- objeto de estudo deste trabalho.

Avaliação	Público-alvo: Estudantes/ Finalidade
(i) ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio)	Com ensino médio finalizado
(ii) ENEM PPL (Pessoas Privadas de Liberdade)	Presidiários ou adolescentes sob medida socioeducativa que inclua privação de liberdade
(iii) ENEM Portugal	47 instituições portuguesas passam a aceitar o ENEM para o ingresso de estudantes brasileiros
(iv) ENADE (Exame Nacional do Desempenho de Estudantes)	Ingressantes e concluintes no ensino superior
(v) SAEB (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica)	Alunos da educação básica
(vi) ENCCEJA (Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos)	Jovens e adultos brasileiros, residentes no Brasil e no exterior
(vii) Celpe-Bras	Certificado de proficiência em língua portuguesa para estrangeiros e brasileiros
(viii) Avaliação <i>in loco</i>	Avaliação das instituições de nível superior por comissões de especialistas
(ix) PISA (Programme for International Student Assessment)	(Programa Internacional de Avaliação de Estudantes)

Avaliação	Público-alvo: Estudantes/ Finalidade
(x) ERCE (Estudo Regional Comparativo e Explicativo)	Estudantes do 4º e 7º ano do ensino fundamental
(xi) SARESP (Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo)	Alunos do 3º, 5º, 7º e 9º anos do Ensino Fundamental e da 3ª série do Ensino Médio

Quadro 4. Principais avaliações/Exames conduzidos no Brasil (baseado no website institucional do INEP, 2019 em http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/exames-e-avaliacoes-do-inep-envolveram-mais-de-15-milhoes-de-estudantes-em-2019/21206) [Acessado em 02.07.2020]

1.4.1 O ENEM

O ENEM foi instituído em 28 de maio de 1998, através da portaria MEC nº438. Segundo o artigo 1º o ENEM é um procedimento de avaliação do desempenho do aluno com os seguintes objetivos:

- I – Conferir ao cidadão parâmetro para auto avaliação, com vistas à continuidade de sua formação e à sua inserção no mercado de trabalho;
 - II – Criar referência nacional para os egressos de qualquer das modalidades do ensino médio;
 - III – Fornecer subsídios às diferentes modalidades de acesso à educação superior;
 - IV – Constituir-se em modalidade de acesso a cursos profissionalizantes pós-médio.
- (BRASIL, 1998, p.178).

Segundo TRAVITZKI (2013,) o ENEM pode ser dividido em dois modelos, o primeiro modelo a matriz de referência se resumia à 21 habilidades e cinco competências, não havia definição de conteúdo, nem áreas de conhecimento. No segundo modelo implantado em 2009- o novo ENEM- é um exame aplicado em dois dias e passou a ter 180 itens e redação. Segundo MACENO e colaboradores:

O ENEM teve reestruturações metodológicas e teóricas em 2009 com o objetivo de aproximar a sua matriz das proposições das Diretrizes Curriculares do Ensino Médio; viabilizar o uso dos resultados nos processos de seleção nas universidades; chamar a responsabilidade delas tanto para a formação básica como para a docente, além de induzir as mudanças curriculares no ensino médio; a substituição do ENCCEJA; e para a discriminação dos alunos de altíssima proficiência daqueles de alta proficiência. Além disso, houve a participação da comunidade acadêmica para compor os anexos da referida matriz, denominados de objetos de conhecimento, que representaria o currículo praticado no Brasil. (MACENO, 2011, p.154)

Em 2000, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio indicaram que “a formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação” (BRASIL, 2000, p.5).

Atualmente, no edital do ENEM de 2019, na seção 2.1, objetivos- Lê-se:

O Enem tem como principal finalidade a avaliação individual do desempenho do participante ao final do ensino médio, em cumprimento ao disposto no art. 206, inciso VII; no art. 209, inciso II, ambos da Constituição Federal; no art. 9º, inciso VI, da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996; no art. 1º, incisos II, IV, V, VII e VIII, da Lei nº 9.448, de 14 de março de 1997; e na Portaria/MEC nº 468, de 3 de abril de 2017. Os resultados do Enem poderão: possibilitar a constituição de parâmetros para a auto avaliação do participante, visando à continuidade de sua formação e à sua inserção no mercado de trabalho; permitir a criação de referência nacional para o aperfeiçoamento dos currículos do ensino médio; ser usados como mecanismo único, alternativo ou complementar para o acesso à educação superior, especialmente a ofertada pelas instituições federais de educação superior; permitir o acesso do participante a programas governamentais de financiamento ou apoio ao estudante da educação superior; ser utilizados como instrumento de seleção para ingresso nos diferentes setores do mundo do trabalho; viabilizar o desenvolvimento de estudos e indicadores sobre a educação brasileira. A utilização dos resultados individuais do Enem como mecanismo de acesso à educação superior ou em processos de seleção nos diferentes setores do mundo do trabalho é facultativa. (BRASIL, 2019, p.59-60).

1.4.1.1 A Matriz de Referência do ENEM e seus eixos cognitivos

Além de avaliar os estudantes, tal documento representa um avanço e sua elaboração foi baseada em documentos da Lei de Diretrizes e Base- LDB (BRASIL, 2019-b) e dos Parâmetros Curriculares Nacionais- PCN (SILVA & MARTINS, 2014). TRAVITZKI, em sua tese de doutorado (2013, na p. 187) verificou que a modificação no novo ENEM 2009 se deu da seguinte forma: “[...] de cinco competências organicamente relacionadas a 21 habilidades, para quatro áreas do conhecimento, cinco eixos cognitivos, 30 competências hierarquicamente relacionadas a 120 habilidades, conteúdos (objetos do conhecimento) ”.

Segundo a Matriz de referência do novo Enem:

Eixos cognitivos (comuns a todas as áreas de conhecimento):

I. Dominar linguagens (DL): dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.

II. Compreender fenômenos (CF): construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.

III. Enfrentar situações-problema (SP): selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.

IV. Construir argumentação (CA): relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.

V. Elaborar propostas (EP): recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural (BRASIL, 2009, p.1).

Ainda, extraído do website do INEP, sobre o passado do ENEM, tem-se:

[...] é, sem dúvida, a ação do Inep de maior visibilidade e repercussão. Criado em 1998, o exame destina-se a avaliar anualmente o aprendizado dos alunos do ensino médio em todo o país e, dessa forma, auxiliar na elaboração de políticas pontuais e estruturais de melhoria do ensino brasileiro. Essa ação se dá com base nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) dos ensinos médio e fundamental, os quais podem ser aperfeiçoados de acordo com as indicações do cruzamento de dados e pesquisas nos resultados do Enem. O Enem foi a primeira iniciativa de avaliação geral do sistema de ensino implantado no Brasil. Uma de suas funções era a de influenciar mudanças nos currículos de ensino médio. Para isso, buscou-se aumentar a importância do exame, o qual, já na segunda edição, foi utilizado como modalidade alternativa de acesso ao vestibular de 93 instituições de ensino superior. A partir de 2004, a prova passou a servir para ingresso em cursos superiores no caso de candidatos que, com a nota do exame, se inscrevessem para conseguir bolsa de estudo em faculdades particulares pelo ProUni. Em 2009, foi introduzido um novo modelo de prova para o Enem, com a proposta de unificar o concurso vestibular das universidades federais brasileiras. Foi adotada a Teoria da Resposta ao Item (TRI) na formulação da prova, que permite que as notas obtidas em edições diferentes do exame sejam comparadas e até mesmo utilizadas para ingresso nas instituições de ensino superior. O Enem tornou-se critério de acesso às universidades públicas brasileiras através do SiSU (Sistema de Seleção Unificada). Da mesma forma passou a ser utilizado para a aquisição de bolsa de estudo integral ou parcial em universidades particulares através do ProUni (Programa Universidade para Todos) e para obtenção de financiamento através do Fies (Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior). Além disso, o Enem também passou a ser reconhecido como certificado de conclusão do ensino médio em cursos de Educação de Jovens e Adultos (EJA), antigo supletivo, substituindo o Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (Encceja). (BRASIL, 1996, p.1)

Vale a pena ressaltar que: “A partir de 2020, pela primeira vez, o Inep realizará o Enem Digital. A prova em computador será aplicada para 100 mil participantes” (BRASIL, 2020-a, p.1).

1.4.1.2 Atualizações e Mudanças feitas no ENEM

Em 2009 o novo ENEM teve um aumento no número de itens, de 63 para 180, distribuídos em quatro áreas do conhecimento: Linguagens, códigos e suas tecnologias; Ciências Humanas e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias e Matemática e suas tecnologias (FERREIRA, 2014). Atualmente, “O Exame é constituído de redação em Língua Portuguesa e de quatro provas objetivas. Cada prova objetiva terá 45 questões de múltipla escolha” - cada qual relacionada a uma habilidade prevista na Matriz de Referência (BRASIL, 2009, p.1).

1.4.1.3 Os itens do ENEM

O item do ENEM possui a mesma estrutura: texto-base, enunciado e alternativas; conforme descritos no quadro 5. O item deve apresentar coesão e correlação entre as partes integrantes

de sua estrutura, ou seja, ele precisa ter “uma articulação entre elas e explicitar uma única situação-problema e uma abordagem homogênea de conteúdo” (BRASIL, 2010, p. 9).

Partes item	Descrição
Texto-base	Motiva ou compõe a situação-problema a ser formulada no item a partir da utilização de um ou mais textos-base (textos verbais e não verbais, como imagens, figuras, tabelas, gráficos ou infográficos, esquemas, quadros, experimentos, entre outros).
Enunciado	É formado por uma ou mais orações e não deve apresentar informações adicionais ou complementares ao texto-base; ao contrário, deverá considerar exatamente a totalidade das informações previamente oferecidas.
Alternativas	São possibilidades de respostas para a situação-problema apresentada: <u>Gabarito</u> : indica, inquestionavelmente, a única alternativa correta que responde à situação-problema proposta. <u>Distratores</u> : indicam as alternativas incorretas à resolução da situação-problema proposta, mas que sejam plausíveis, ou seja, retrata hipóteses de raciocínio que possam ser utilizadas.

Quadro 5. Descrição da estrutura do item. Fonte: (BRASIL, 2010, p. 9).

Conforme a descrição apresentada no quadro 5, os itens possuem características que não são encontradas em outros exames vestibulares. Essas informações podem ser muito importantes para o professor, pois:

Segundo eles [professores e coordenadores de escola], as provas organizadas a partir de competências e habilidades são um conhecimento ainda recente para o qual não receberam instrução adequada em sua formação inicial, ou em formação continuada. De fato, somos carentes de informações detalhadas sobre as provas do Novo ENEM mais recentes, com conteúdos semelhantes, por exemplo, aos Relatórios Pedagógicos do ENEM, divulgados entre 1999 e 2002, que apresentaram cada item e os analisaram do ponto de vista estatístico e pedagógico. Essas informações interessam ao professor do ensino médio, possibilitam a aplicação da questão do ENEM em sala de aula e permitem a comparação do desempenho de seus alunos com os alunos que fizeram a prova. (CONDEIXA, 2012, p. 78-79)

Um dos principais fatores embutidos neste quesito é a coerência- o princípio fundamental implícito nas reformas educacionais baseadas em padrões. Avaliações, de acordo com conteúdo padronizado, são projetadas para orientar a instrução e melhorar o rendimento (WEBB, 2007). Sendo assim, o conhecimento da estrutura, do teor e das reflexões dos itens do ENEM pode contribuir para que os professores se apropriem das informações e façam uso delas em sua prática em sala de aula.

1.5 O Currículo de Biologia do Estado de São Paulo

Segundo documento oficial publicado pelo governo do estado de São Paulo, ao longo do ensino médio- o ensino da VIDA deve abordar conceitos fundamentais como demonstrado no quadro 6. Quando se associam as grades curriculares às habilidades requeridas por série/ bimestre, foram destacados os tópicos apresentados no quadro 7.

Analisados em conjunto, os quadros 6 e 7 exibem claramente que o governo estadual de São Paulo exige do estudante, durante o ensino médio- na disciplina Biologia, um entendimento básico desde a compreensão dos componentes moleculares, celulares e no contexto social das células que compõem os seres vivos até as delicadas inter-relações ecológicas, socioeconômicas e éticas que advêm da formação da sociedade humana.

Conceitos	Descrição
-Unidade e diversidade	Relata a enorme diversidade da VIDA em confronto com sua unidade de funcionamento universal através do arsenal genético de cada espécie;
-Interação dos seres vivos com o meio ambiente	Interações entre seres vivos e o meio ambiente e sua mútua influência;
-Complementaridade entre estrutura e função	O padrão de organização das várias partes de um organismo relaciona-se estreitamente à função que desempenham nele;
-Continuidade da vida	A transmissão das características que propiciam a vida em cada espécie;
-Mudanças ao longo do tempo	Demonstra as semelhanças e diferenças dentro de cada espécie em sua estrutura/ função devido a processos evolutivos.

Quadro 6- Organização do **conteúdo básico** sugerida pelo governo estadual de São Paulo (obtido a partir do documento "Currículo do estado de São Paulo- Ciências da Natureza e suas tecnologias) Fonte: Resumido de SÃO PAULO, 2008)

Conceitos	Descrição
-A interdependência da vida	Estudo da reciprocidade entre os seres vivos e seu meio ambiente; enquadra o ser humano como agente e paciente das transformações evolutivas;
-Qualidade de vida das populações humanas	Desenvolve a interdependência entre patologias humanas e condições socioeconômicas das populações;
-Identidade dos seres vivos	Descreve as atividades vitais intra/ intercelulares com ênfase no programa genético;
-Transmissão da vida e mecanismos de variabilidade genética	Verificam-se fundamentos de hereditariedade humana e as modificações genéticas com as implicações éticas, morais, políticas e econômicas avaliando-se riscos e benefícios de tal tecnologia para a humanidade e o planeta;
-A receita da vida e o seu código: tecnologias de manipulação do DNA	Aprofundamento sobre a estrutura, função e metodologias de controle em processos de manipulação do material genético e o debate ético e ecológico a eles associado;
-Diversidade da vida	Reforçar os mecanismos de diversificação da vida e desequilíbrio que algumas intervenções humanas podem causar sobre a mesma
-Origem e evolução da vida	Abrange o surgimento da VIDA no planeta Terra de forma científica.

Quadro 7. Organização das **grades curriculares** de biologia associadas às habilidades requeridas (obtido a partir do documento "Currículo do estado de São Paulo- Ciências da Natureza e suas tecnologias). Fonte: Resumido de SÃO PAULO, 2008)

1.6 Estudos de Alinhamento

A década de 1960 começou com os estudos dos objetivos educacionais. De acordo com WEBB (1997), o alinhamento aponta a relação entre os sistemas educacionais e as avaliações. Essa relação pode ser entre dois ou mais componentes do sistema educacional.

Segundo Khalid *et al.* (2011) existem quatro modelos de alinhamento mais utilizados:

(i) Surveys of Enacted Curriculum (SEC) Model; *Os Surveys of Enacted Curriculum (SEC) são um conjunto prático e confiável de ferramentas de coleta de dados que estão sendo usadas com professores de Matemática, Ciências e Artes da Língua Inglesa para coletar e relatar dados consistentes sobre as práticas e conteúdos instrucionais atuais ensinados nas salas de aula. Os dados resultantes fornecem um método objetivo para os educadores analisarem o grau de alinhamento entre as instruções atuais e os padrões e avaliações estaduais. Os professores completam as perguntas da pesquisa por meio de um sistema on-line baseado na Web. Após a conclusão, os dados do grupo são relatados em tabelas e gráficos fáceis de usar para facilitar a análise dos resultados. As ferramentas de análise e relatório de dados da SEC destinam-se a auxiliar professores, administradores e formuladores de políticas no planejamento da melhoria instrucional. (Traduzido de CCSSO, 2020-a, p.1)*

(ii) Achieve; *O modelo Achieve fornece uma análise qualitativa e quantitativa em profundidade sobre o alinhamento das avaliações aos padrões estaduais. Vários estados trabalharam com o Achieve usando essa abordagem. No modelo Achieve (protocolo), um painel de especialistas em conteúdo julga o grau de alinhamento entre itens e padrões de avaliação usando cinco critérios: (a) centralidade do conteúdo, (b) centralidade do desempenho, (c) desafio, (d) equilíbrio (e) alcance. (Traduzido de CCSSO, 2020-a, p.1)*

(iii) The Council for Basic Education (CBE)- *O Conselho de Educação Básica (CBE) foi fundado em 1956 por um grupo de cidadãos distintos alarmado com a mudança na educação americana do desenvolvimento intelectual para a ênfase no desenvolvimento social. Desde o início, a CBE estabeleceu, como afirma em seu estatuto, garantir que todos os alunos, sem exceção, recebam instruções adequadas nas disciplinas intelectuais básicas, especialmente inglês, matemática, ciências, história e línguas estrangeiras. A CBE é uma organização educacional sem fins lucrativos cujo objetivo principal é fortalecer o ensino e a aprendizagem das disciplinas básicas de artes liberais nas escolas de graduação americanas. Uma voz crítica para a reforma da educação, a CBE complementou sua forte defesa, projetando e administrando programas práticos para promover um melhor ensino e aprendizagem (Traduzido de CBE, 2020, p.1).*

(iv) The Webb Model- *Este último, em destaque, é o modelo de alinhamento mais popular e fornece uma análise do grau de intersecção entre as avaliações e os conteúdos dos programas educacionais, combinando análises qualitativas e quantitativas. O modelo de Webb tem sido usado em vários estados nos EUA e foi desenvolvido por Normann Webb em 1997, com a ajuda do órgão norte americano Conselho de Diretores de Escolas Estaduais [CCSSO- Council of Chief State School Officers]. Vários estudos mostram que nenhum desses modelos pode fazer o alinhamento perfeitamente, pois todos apresentam limitações. O modelo de Webb é menos complexo do que os outros três métodos, pois estabelece um método com categorias de análise que facilitam o estudo de alinhamento (KHALID *et al.*, 2011).*

No método desenvolvido por WEBB (1997) há basicamente quatro critérios que possibilitam a análise do grau de correlação entre as avaliações e os conteúdos dos programas de ensino, conforme descrito abaixo:

(1) *categorical concurrence* (**Concordância categórica**) – Esse critério analisa a concordância entre os conteúdos das avaliações e dos documentos, ou seja, analisa se as mesmas categorias de conteúdo aparecem em ambos. Este termo refere-se à proporção entre o teor afirmado no documento e o que é avaliado por itens no teste (Traduzido de WEBB, 2007).

(2) *depth-of-knowledge consistency* (**Consistência em profundidade de conhecimento**) – Essa categoria avalia a demanda cognitiva exigida nos itens. Por exemplo, é esperado de um estudante simplesmente identificar ou lembrar fatos básicos, ou se é esperado que o estudante use o raciocínio através da manipulação de informação ou elaboração de estratégias (Traduzido de WEBB, 2007).

(3) *Range-of-knowledge correspondence* (**Correspondência de alcance de conhecimento**)– Esse critério examina a correspondência entre a gama de conhecimentos presentes nos itens dos testes e aquela presente nos currículos. Na concordância categórica, que é o primeiro critério, ele simplesmente observa a congruência de conteúdos. Em uma situação ideal, a expectativa seria que cada um dos objetivos de aprendizagem fossem avaliados pela presença de pelos menos um item do teste. De forma geral, considera-se válido que pelo menos 50% dos objetivos de aprendizagem sejam contemplados nos testes (Traduzido de WEBB, 2007).

(4) *Balance of representation* (**Equilíbrio de representatividade**) - esse critério centra-se na cobertura de conteúdo com mais detalhes. Aqui se determina como itens da avaliação relacionam os conteúdos com os domínios cognitivos da forma como é representado nos documentos. Os conteúdos dos itens devem estar distribuídos uniformemente por todos os domínios cognitivos (Traduzido de WEBB, 1997).

Segundo WEBB (2007), a finalidade da utilização da profundidade com que um conhecimento é avaliado como uma medida de alinhamento é para determinar se um item e a matriz que embasa os testes estão escritas no mesmo nível de complexidade cognitiva.

De acordo com CINTRA e colaboradores (2016):

Ao todo são quatro níveis, a saber: o nível 1 (*Recall/Reproduction*) compreende situações em que é solicitada a simples lembrança de fatos, informações ou reprodução de procedimentos; no nível 2 (*Skill/Concept*) as demandas contemplam o uso de conceitos e habilidades tratados de forma mais elaborada, culminando, entretanto, em reflexões, conhecimentos e respostas habituais; o nível 3 (*Strategic Thinking*) envolve o pensamento estratégico para a resolução de uma situação-problema demandando a elaboração de um plano que deverá ser executado em vários passos; o nível 4 (*Extended Thinking*) requer planejamento para resolução de problemas mais elaborados, cuja solução necessita de investigação, elaboração de estratégias envolvendo um raciocínio mais complexo, demandando, na maioria das vezes (mas não sempre), maior tempo. (CINTRA *et al.*, 2016, p. 711).

Para identificar as demandas cognitivas exigidas nas avaliações de Biologia, aqui será utilizada a Taxonomia de Bloom Revisada- conforme preconizada por Anderson e colaboradores (2011), a qual será discutida abaixo. Tal decisão apoia-se também em conclusões obtidas por Cintra e colaboradores (2016). Tais autores apontam que o uso da taxonomia de Bloom pode ser aplicada a diferentes áreas do conhecimento, uma vez que suas

categorias permitem a classificação de diferentes conteúdos e apresenta uma maior amplitude para análise.

1.7 Taxonomia de *Bloom* Revisada

Em 1995, um grupo de especialistas realizou a revisão dos pressupostos teóricos da Taxonomia de Bloom. Krathwohl (2002) foi um dos pesquisadores deste grupo e notou que a análise dos objetivos educacionais por meio da Taxonomia de Bloom apenas revelava o que estava sendo aprendido, mas não o meio pelo qual se chegava ao aprendizado uma vez que novos conceitos, tecnologias e teorias haviam sido incorporados ao campo educacional, que contava com novas publicações sobre avanços psicopedagógicos e com inúmeros trabalhos práticos (Silva e Martins, 2014). Esse grupo de especialistas era formado por psicólogos, educadores, especialistas em currículos, testes, avaliação, dentre outros, foi supervisionado por *David Krathwohl* e, no ano 2001, o relatório dessa revisão da Taxonomia de Bloom foi publicado no livro intitulado *Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: a revision of Bloom's taxonomy or educational objectives* (ANDERSON *et al.*, 2001).

As Figuras 1 e 2 apresentam o modelo de Bloom revisado na forma análoga a um “bolo de andares”.

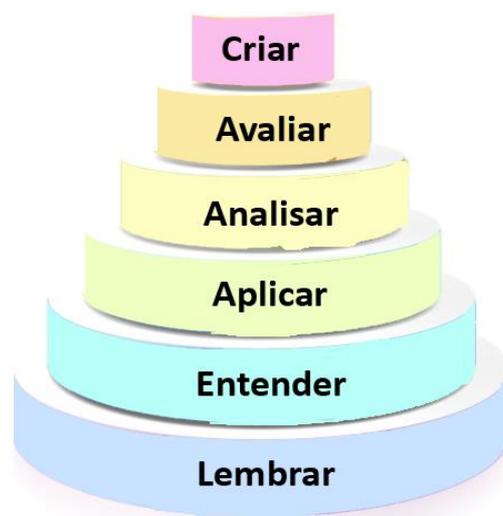


Fig 1. Modelo de “bolo de andares” da taxonomia de Bloom revisada. A analogia refere-se ao **PROCESSO COGNITIVO** (VERBOS: “Lembrar”, “Entender”, “Aplicar”, “Analisar”, “Avaliar” e “Criar”). Conforme se afasta da base, aumenta a capacidade cognitiva. Fonte: Elaborado pela autora

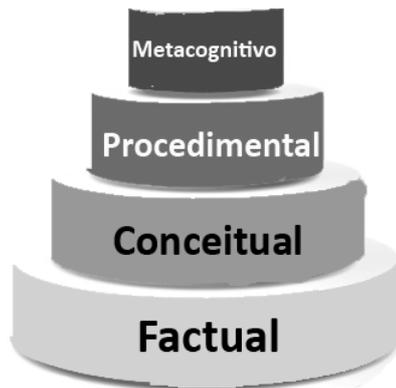


Fig 2. Modelo de “bolo de andares” da taxonomia de Bloom revisada. A analogia refere-se à dimensão do **CONHECIMENTO** (NOMES: “Factual”, “Conceitual”, “Procedimental” e “Metacognitivo”). No canto esquerdo da figura estão descritos os principais efeitos dos NOMES nos estudantes. Conforme se afasta da base, aumenta a capacidade cognitiva. Fonte: Elaborada pela autora

A Fig. 1 apresenta a dimensão do **PROCESSO COGNITIVO** (VERBOS: “Lembrar”, “Entender”, “Aplicar”, “Analisar”, “Avaliar” e “Criar”). Já a Fig. 2 mostra a dimensão do **CONHECIMENTO** adquirido (NOMES: “Factual”, “Conceitual”, “Procedimental” e “Metacognitivo”). Para um maior aprofundamento nos termos “VERBOS” e “NOMES” acima descritos, os quadros 08 e 09 apresentam uma descrição mais detalhada de cada um. Segundo Cintra e colaboradores (2016) a Taxonomia de Bloom Revisada vem sendo empregada nas últimas décadas como base para a elaboração e estudos de instrumentos de avaliação assim como o desenvolvimento de currículos. Sendo assim, o conhecimento da estrutura, do teor e das reflexões dos itens do ENEM pode contribuir para que os professores se apropriem das informações e façam uso delas em sua prática em sala de aula.

Quando se conectam tais instrumentos de análise (Dimensões do PROCESSO COGNITIVO e do CONHECIMENTO) amplia-se a análise por meio da **TABELA BIDIMENSIONAL**, a qual será discutida adiante juntamente com a análise de habilidades cognitivas de alta (*High Order Cognitive Skill- HOCs*) e baixa ordem (*Low Order Cognitive Skill – LOCs*).

Categorias	Subcategorias
Lembrar: Recuperar conhecimentos relevantes na memória de longo prazo.	-Reconhecer -Recordar
Entender: Determinar o significado de mensagens de instrução, incluindo comunicação oral, escrita e gráfica.	-Interpretar -Exemplificar -Classificar -Resumir -Inferir -Comparar -Explicar -Identificar -Relacionar
Aplicar: Executar, utilizar ou transpor um procedimento numa determinada situação	-Executar -Implementar
Analisar: Quebrar o material em suas partes constituintes e detectar como as partes associam-se entre si e com a estrutura global ou propósito.	-Diferenciar -Organizar -Atribuir -Associar -Prever
Avaliar: Fazer julgamentos com base em critérios e padrões	-Checar -Criticar
Criar: Agregar elementos para produzir uma nova mensagem coerente, original ou criativa.	-Gerar -Planejar -Produzir

Quadro 8. Categorias e subcategorias da dimensão do processo cognitivo da Taxonomia de Bloom Revisada (Adaptado de Krathwohl, 2002- Para termos didáticos, as linhas de cada VERBO foram mantidas na mesma coloração adotada na figura 3). Fonte: Adaptado de Krathwohl, 2002

Categorias	Subcategorias
1. Conhecimento Factual: relacionado ao conteúdo básico que o discente deve dominar a fim de que consiga realizar e resolver problemas apoiados nesse conhecimento. Relacionado aos fatos que não precisam ser entendidos ou combinados, apenas reproduzidos como apresentados.	1.1 Conhecimento da terminologia 1.2 O conhecimento de detalhes específicos e elementos
2. Conhecimento Conceitual: relacionado à inter-relação dos elementos básicos dentro de uma estrutura maior que as permite andar juntas. Elementos mais simples foram abordados e agora precisam ser conectados. Esquemas, estruturas e modelos foram organizados e explicados. Nessa fase, não é a aplicação de um modelo que é importante, mas a consciência de sua existência.	2.1 Conhecimento de classificações e categorias 2.2 Conhecimento de princípios e generalizações 2.3 Conhecimento de teorias, modelos e estruturas
3. Conhecimento Procedimental: relacionado ao conhecimento de “como realizar alguma coisa” utilizando métodos, critérios, algoritmos e técnicas.	3.1 Conhecimento de habilidades e algoritmos específicos de um assunto 3.2 Conhecimento de técnicas e assuntos específicos e métodos
4. Conhecimento Metacognitivo: relacionado ao reconhecimento da cognição em geral e da consciência da amplitude e profundidade de conhecimento adquirido de um determinado conteúdo.	4.1 O conhecimento estratégico 4.2 Conhecimento sobre tarefas cognitivas, incluindo contextual e condicional apropriado 4.3 Autoconhecimento

Quadro 9. Categorias e subcategorias da dimensão do conhecimento da Taxonomia de Bloom Revisada (Para termos didáticos, as linhas de cada NOME foram mantidas na mesma coloração adotada na figura 4). Fonte: Adaptado de KRATHWOHL, 2002, Tab. 2, p. 214).

1.8 A tabela bidimensional, *HOCS* e *LOCs*

Com o uso de uma tabela bidimensional (Figura 3), a mudança mais importante na Taxonomia de Bloom é que ela passou a ter duas dimensões. O substantivo mostra dimensão do conhecimento e, como seria o aprendizado, passou a ser caracterizado por um verbo, ex: lembrar um conceito.

Ano (s) Analisado(s)	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual						
Conceitual						
Procedimental						
Metacognitivo						

Fig 3. Tabela bidimensional- As colunas coloridas correspondem aos VERBOS da dimensão do processo cognitivo. Já a coluna à esquerda- em escala de cinza- apresenta os NOMES da dimensão do conhecimento.

Sendo assim, quando se interpolam os itens avaliados do ENEM na tabela bidimensional pode-se aferir se tais questões estão contempladas em qual nível de rigor cognitivo/ de conhecimento se sobrepõe à realidade dos estudantes (exemplificado na figura 4).

	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual						
Conceitual						
Procedimental			X			
Metacognitivo						

Exemplo: O estudante usará um conhecimento Procedimental (técnicas, métodos, habilidades específicas ou algoritmos) para solucionar um problema habitual ou não a ele.

Figura 4. Tabela bidimensional envolvendo as dimensões dos conhecimentos e dos processos cognitivos considerando os objetivos educacionais. Fonte: Feita pela autora, baseado em CINTRA e colaboradores, 2016, p.712)

Tomadas em conjunto, as dimensões do conhecimento e do processo cognitivo utilizadas pelos estudantes para a resolução de problemas, segundo Zoller (1997), podem ser divididas em duas categorias:

(i) Itens classificados como *LOCS (Low Order Cognitive Skill)*: perguntas que requerem simples recuperação de informações ou simples aplicação de teorias em situações conhecidas e contextos familiares; eles também podem ser problemas (principalmente exercícios computacionais) solucionáveis por meio de processos algorítmicos [aplicação mecanicista de procedimentos (algoritmos) ensinados / recuperados / conhecidos, mas não necessariamente entendidos].

(ii) Itens classificados como *HOCS (High Order Cognitive Skills)*: problemas quantitativos ou questões conceituais qualitativas, desconhecidas do aluno ,que exigem para sua solução mais do que conhecimento e aplicação de algoritmos conhecidos: eles requerem recursos de

análise, síntese e solução de problemas, a criação de conexões e críticas pensamento avaliativo [ZOLLER *et al.*, 1995 *apud* TSAPARLIS & ZOLLER (1997)], incluindo a aplicação de teoria ou conhecimento conhecido sobre situações não familiares ou situações com uma ação ou comportamento incomum [CAPRAIIS, 1978 *apud* TSAPARLIS & ZOLLER (1997)]. Esses itens podem ainda exigir (parcial ou totalmente) a habilidades de raciocínio, tomada de decisão, análise, síntese e pensamento crítico. (TSAPARLIS & ZOLLER, 1997, p. 118).

Sendo assim, o autor discrimina questões *HOCS* como problemas não usuais para os estudantes pois requerem conhecimentos extras, análises textuais e capacidades sintéticas. Por outro lado, as *LOCS* exigem processos algorítmicos e de memorização para sua resolução. Questões *HOCS* envolvem além da memorização dos conceitos- altas demandas cognitivas em processos complexos como análise e reflexão.

1.9 Análises críticas sobre os itens de Biologia do ENEM

A partir do embasamento teórico aqui apresentado, torna-se possível a prática de uma avaliação crítica e detalhada sobre os itens de Biologia do ENEM, pois ainda existem lacunas importantes a serem preenchidas na área educacional. O que torna este trabalho relevante na edificação do conhecimento supracitados, fomentando sua melhora rumo à excelência.

Nas páginas seguintes estão demonstrados que os itens de Biologia aplicados no ENEM durante o período de 2009 a 2014 apresentaram uma forte tendência em privilegiar conhecimentos de baixa ordem cognitiva, além de se concentrar uma boa parte dos itens no tema Ecologia em detrimento aos demais.

2. OBJETIVOS

O trabalho aqui mostrado caracterizou os itens de biologia de acordo com as dimensões do Conhecimento e da Demanda Cognitiva previstas pela Taxonomia de Bloom Revisada. A partir do levantamento do conteúdo avaliado em cada item verificar a ocorrência de possíveis tendências nas questões de biologia nos testes analisados. Ainda foram analisadas a consonância entre os conteúdos avaliados nos itens de Biologia do ENEM (2009 a 2014) com a matriz de referência do mesmo e a Proposta Curricular do Estado de São Paulo.

3. PERCURSO METODOLÓGICO

3.1 Natureza da pesquisa

Esta pesquisa é caracterizada como de natureza qualitativa documental (Bogdan e Biklen, 1994). Bardin (1977), a precursora das análises qualitativas ressalta fortemente a imposição do rigor na utilização da análise de conteúdo para que as incertezas sejam ultrapassadas- descobrindo-se o cerne do questionamento. Optou-se, então neste presente estudo, foco nas etapas da técnica revisada por Santos (2011). Tais fases podem ser descritas em: **1) pré-análise** (sistematiza o quadro referencial teórico), **2) exploração do material** (analisa a construção das operações de codificação, colocando-se os textos em questão em unidades de registros, seguidos da definição de regras para a classificação e agregação das informações em categorias simbólicas ou temáticas e **3) tratamento dos resultados, inferência e interpretação** (captação dos conteúdos presentes em todo o material coletado-entrevistas, documentos e observação). A Fig. 5 apresenta um fluxograma do desenvolvimento da análise de conteúdo proposto por Bardin (1977).

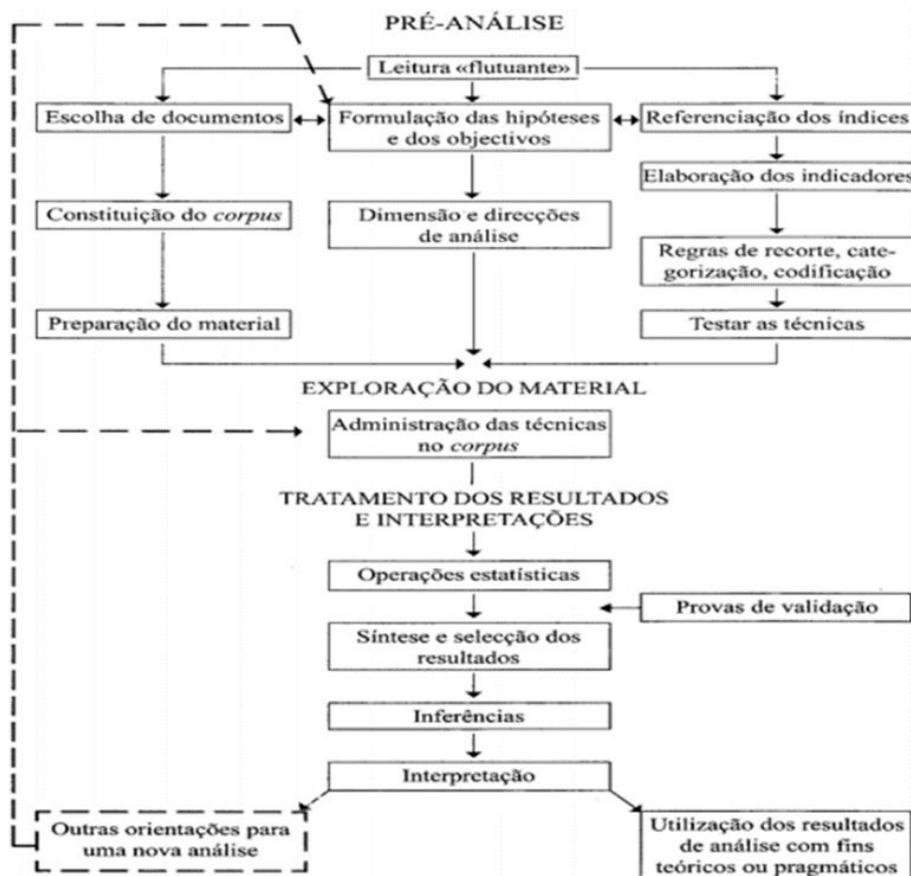


Fig 5. Desenvolvimento da análise de conteúdo (Fonte: extraído de Ilva e Fossa, 2015, p. 5)

Este trabalho traz a caracterização dos itens de biologia que fazem parte dos testes aplicados no ENEM no período entre 2009 a 2014, presentes nos cadernos azuis.

3.2 Coleta de provas do ENEM

Para coletar os dados utilizamos os documentos oficiais - provas de Ciências da Natureza e suas tecnologias do Novo ENEM no período de 2009 a 2014 através do website oficial do INEP (BRASIL, 2020-b). Foram totalizadas 96 questões de Biologia. Foi feita uma análise de conteúdo (BARDIN, 1977) como instrumento de descrição e interpretação dos conteúdos das provas de Biologia no período analisado.

3.3 Taxonomia de Bloom revisada e seleção/ classificação dos itens avaliados

Para a realização do processo de classificar e descrever os itens, fez-se o uso da Taxonomia de Bloom Revisada (ANDERSON *et al*, 2001). Em cada ano, foram selecionados itens nos quais eram necessários conhecimentos de biologia para sua resolução. A classificação dos conteúdos de biologia (subáreas) identificados teve como base o referencial CURTIS H. (2006). Essa escolha se deu devido ao fato de que muitos cursos de graduação em Biologia adotam essa referência, tendo em mente que os elaboradores dos itens do ENEM são graduados em Biologia. Posteriormente, deu-se a classificação de cada item em relação à dimensão do conhecimento, dimensão do processo cognitivo, conteúdo geral e específico necessários para a resolução da situação-problema e o contexto em que o item estava inserido. Realizou-se ainda a categorização dos itens em domínios propostos por Tsaparlis e Zoller (2002) de alta demanda cognitiva (*higher-order cognitive skills, HOCS*) e baixa demanda cognitivas (*lower-order cognitive skills, LOCS*).

3.4 Painel de Especialistas para classificação dos itens do ENEM

Reuniões chamadas “painel de especialistas” foram realizadas para a obtenção de descrições para os itens que fossem resultados de diferentes olhares. O “painel de especialistas” é formado por integrantes que “representam uma perspectiva bem específica sobre o assunto, a ser integrada com outras visões sobre o tema, e não implicando em palavra final ou definitiva a respeito do mesmo” (PINHEIRO *et. al.*, 2013, p.184), ou seja, a opinião de cada participante é considerada e, após discussões, o grupo chega a um consenso. Foram realizados três painéis diferentes para a validação dos resultados.

O primeiro painel foi formado por três especialistas (um doutor em química com experiência em avaliações em larga escala, um mestrando em ensino de ciências, e um professor licenciado em química, também com conhecimento em avaliação); esse painel durou cerca de uma semana com reuniões diárias (cerca de 6 horas/dia). O segundo painel foi realizado com outros três especialistas, professores de biologia (com formação específica em ciências biológicas) da rede pública estadual, que ministravam aulas no primeiro, segundo e terceiro ano do ensino médio, em datas distintas do primeiro painel. Esse teve a mesma duração do primeiro com reuniões diárias. O terceiro painel foi realizado em outras datas do primeiro e do segundo, porém esse painel foi formado por quatro alunos do último semestre do curso de licenciatura em ciências biológicas. Esse último painel teve a duração de duas semanas, com três reuniões semanais. No início dos trabalhos para a realização dos painéis, realizaram-se explanações abordando conhecimentos sobre a estrutura e fundamentação de um item. Depois, a Taxonomia de Bloom Revisada (ANDERSON et. al., 2001) foi apresentada aos participantes. Na sequência dava-se início aos trabalhos individuais. Nesta etapa cada participante realizou a análise de cada item, elaborando uma sentença descritora. Segundo CINTRA *et al*/ 2016, as sentenças descritoras elaboradas devem ser compostas por um verbo (demanda cognitiva), e um predicado (onde eram informados o conceito e o contexto presentes no item) e finalmente indicado do tipo de conhecimento envolvido, conforme descrito na figura 6 e no Quadro 10:

QUESTÃO 60

Existem bactérias que inibem o crescimento de um fungo causador de doenças no tomateiro, por consumirem o ferro disponível no meio. As bactérias também fazem fixação de nitrogênio, disponibilizam cálcio e produzem auxinas, substâncias que estimulam diretamente o crescimento do tomateiro.

PELZER, G. Q. et al. Mecanismos de controle da murcha-de-esclerócio e promoção de crescimento em tomateiro mediados por rizobactérias. *Tropical Plant Pathology*, v. 36, n. 2, mar-abr. 2011 (adaptado).

Qual dos processos biológicos mencionados indica uma relação ecológica de competição?

- A Fixação de nitrogênio para o tomateiro.
- B Disponibilização de cálcio para o tomateiro.
- C Diminuição da quantidade de ferro disponível para o fungo.
- D Liberação de substâncias que inibem o crescimento do fungo.
- E Liberação de auxinas que estimulam o crescimento do tomateiro.

Figura 6. Item nº 60, presente no exame do ENEM de 2014. Fonte: Caderno de Ciências da Natureza, prova azul do ENEM aplicada em 2014 (BRASIL, 2015).

Após a caracterização dos itens pelos especialistas, compartilhavam-se as propostas elaboradas e, finalmente, após discussões sobre as descrições sugeridas, o grupo chegava a um **consenso** para uma **sentença descritora** para o item.

2014	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual						
Conceitual		14_60				
Procedimental						
Metacognitivo						

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo Cognitivo	Conteúdo	Contexto	Conteúdo Geral	Verbo
Conceitual	Entender	Relação ecológica de competição	Espécies presentes em um mesmo habitat	Relações ecológicas	Identificar

Quadro 10. Exemplo de sentença descritora para um item do ENEM (tabela acima) e a localização do item 60_14 e sua “localização” na Tabela bidimensional. *Fonte: Elaborado pela autora*

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados obtidos neste trabalho foram, inicialmente, a caracterização e identificação dos objetos do conhecimento nas provas aplicadas no período de 2009 a 2014. Logo após, foi feita uma correlação entre tais resultados com as propostas contidas nos documentos oficiais do Estado de São Paulo com a Matriz do novo ENEM. Com a análise de tais dados, partiu-se para a caracterização da dimensão da demanda cognitiva e do conhecimento, culminando com o estabelecimento de uma tabela bidimensional. Tais resultados serão apresentados e discutidos nas seções subsequentes:

4.1 Caracterização dos conteúdos de Biologia nos itens do ENEM de 2009 a 2014

As provas da área de conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM (2009 a 2014) - foram analisadas separadamente, identificando-se as questões que avaliavam conceitos relacionados aos componentes curriculares da biologia.

Para a análise dos resultados apresentados, novas tabelas e seus respectivos gráficos foram gerados com os conteúdos da biologia e com a quantidade de itens em cada. Nos seis anos analisados, foram caracterizados 96 itens de biologia, de acordo com a tabela 1:

Tabela 1. Quantidade de itens de Biologia aplicados nas avaliações do ENEM no período de 2009 a 2014

Ano	Itens
2009	19
2010	14
2011	18
2012	15
2013	14
2014	16
Total:	96

Após a discussão no painel de especialistas, chegou-se a um consenso das sentenças descritoras de todos os itens, conforme apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Sentenças descritoras para os itens do Novo ENEM 2009 a 2014. Note que o conteúdo de Ecologia (destacado com sombreado cinza) se destaca quantitativamente em relação aos demais.

Item	Dimensão do Conhecimento	Dimensão do processo Cognitivo	Verbo	Conteúdo específico	Contexto	Conteúdo geral
09_25	Procedimental	Aplicar	Executar	Relações de proporção	Para interpretação de testes diagnósticos	Bioestatística
14_78	Conceitual	Entender	Identificar	Ação de decompositores	Na degradação de sacolas de plástico ecológico	Bioquímica 1
09_7	Factual	Lembrar	Reconhecer	A importância da técnica do DNA recombinante	Na produção de fármacos para doenças crônicas	Biotecnologia
10_76	Conceitual	Entender	Identificar	Alteração dos genes como estratégia	Para a redução da dengue	Biotecnologia
10_86	Procedimental	Analisar	Associar	Resultados de testes com a presença de príons	Em tecidos cerebrais de gado	Biotecnologia
11_68	Conceitual	Entender	Identificar	Reprogramação gênica como inovação tecnológica	Para produzir remédios, vacinas e combustíveis	Biotecnologia
12_48	Conceitual	Entender	Explicar	Processo de síntese proteica	Em organismos transgênicos	Biotecnologia
13_88	Conceitual	Entender	Relacionar	Contribuição do DNA mitocondrial	Na identificação de indivíduos	Biotecnologia
14_69	Conceitual	Entender	Identificar	Tecnologia do DNA recombinante	Para a produção de plantas transgênicas	Biotecnologia
14_89	Conceitual	Entender	Identificar	Capacidade de diferenciação das células-tronco	Como uma característica para o uso terapêutico	Biotecnologia
09_41	Conceitual	Entender	Identificar	Materiais genéticos	Para teste de DNA em amostra biológica	Biotecnologia 2
14_61	Conceitual	Analisar	Associar	Características da fisiologia vegetal e reflorestamento	Escolha de espécies adequadas ao cerrado	Botânica
09_21	Conceitual	Analisar	Associar	Diferentes etapas do ciclo de vida	Nos seres humanos	Citologia

Item	Dimensão do Conhecimento	Dimensão do processo Cognitivo	Verbo	Conteúdo específico	Contexto	Conteúdo geral
09_22	Factual	Entender	Interpretar	Transporte de medicamentos através de membranas	No uso da iontoforese.	Citologia
12_63	Conceitual	Lembrar	Reconhecer	Gás carbônico e fermentação alcoólica	Utilizado na fabricação de pães	Citologia
13_62	Conceitual	Entender	Comparar	Função dos cloroplastos e mitocôndrias	Na produção de leveduras transgênicas	Citologia
13_73	Factual	Entender	Interpretar	Função do Complexo de Golgi	Em microalgas para a produção de biopolímeros	Citologia
14_47	Conceitual	Entender	Identificar	Proteínas como constituintes	De alguns alimentos da nutrição humana	Citologia
10_62	Conceitual	Entender	Relacionar	Características das microvilosidades	E capacidade de adsorção de micronutrientes	Citologia
11_61	Conceitual	Entender	Explicar	Processo de replicação do DNA	Nível experimental	Citologia
14_73	Conceitual	Entender	Identificar	Hipótese endossimbiótica	Na teoria evolutiva	Citologia
09_1	Factual	Lembrar	Reconhecer	O processo de fotossíntese	Na manutenção do efeito estufa	Ecologia
09_6	Factual	Lembrar	Reconhecer	Alterações na quantidade de Carbono da atmosfera	Como consequência dos combustíveis fósseis	Ecologia
09_8	Factual	Lembrar	Reconhecer	Impactos em habitats	Decorrentes da implantação de usinas hidrelétricas	Ecologia
09_10	Factual	Lembrar	Reconhecer	A energia luminosa e a fotossíntese	Responsável pela manutenção da vida da Terra.	Ecologia
09_13	Factual	Lembrar	Reconhecer	Impactos ambientais	Oriundos da abertura de estradas em zonas rurais	Ecologia
09_28	Conceitual	Avaliar	Avaliar	Pressupostos da sucessão ecológica	Necessários para a recuperação da mata ciliar	Ecologia
09_34	Conceitual	Entender	Identificar	Água e processo de decomposição da matéria orgânica	Para a produção de adubo	Ecologia
13_59	Conceitual	Entender	Relacionar	Ação de microrganismos à variação de Oxigênio	Na decomposição de plantas terrestres	Ecologia

Item	Dimensão do Conhecimento	Dimensão do processo Cognitivo	Verbo	Conteúdo específico	Contexto	Conteúdo geral
13_63	Factual	Lembrar	Reconhecer	Competição interespecífica	Entre indivíduos de espécie nativa e espécie exótica	Ecologia
13_80	Factual	Lembrar	Reconhecer	Papel das algas	No fluxo de energia nos ecossistemas	Ecologia
13_84	Factual	Entender	Explicar	Relações ecológicas	Na redução da biodiversidade de habitat	Ecologia
10_57	Factual	Lembrar	Reconhecer	Ação dos esgotos	Na eutrofização de ecossistemas	Ecologia 02
10_61	Factual	Lembrar	Reconhecer	Poluição	E a interdependência dos seres vivos	Ecologia 02
14_71	Conceitual	Entender	Interpretar	Excesso de gás carbônico na atmosfera	E a diminuição da população de corais	Ecologia 02
10_75	Conceitual	Analisar	Associar	Ecossistemas as suas características	Em diferentes regiões do Brasil	Ecologia 03
10_87	Factual	Lembrar	Reconhecer	Rotação de cultura em monocultura canavieira	Como estratégia agronomicamente favorável	Ecologia 04
09_42	Conceitual	Analisar	Associar	Poluição aquática por partículas sólidas	E o impedimento da fotossíntese	Ecologia 05
11_47	Conceitual	Entender	Identificar	Níveis tróficos	Em uma cadeia alimentar	Ecologia 05
11_76	Factual	Entender	Identificar	Alimentação das lagartas e borboletas	Para garantir seu suprimento alimentar	Ecologia 05
14_81	Conceitual	Entender	Identificar	Nível trófico	Dá larva do parasitoide numa relação desarmônica	Ecologia 05
11_51	Conceitual	Entender	Identificar	Fontes de energia alternativas	Em pequenas propriedades	Ecologia 06
11_57	Factual	Lembrar	Reconhecer	Controle biológico de pragas agrícolas	Como estratégia em plantações de algodão	Ecologia 07
11_79	Conceitual	Entender	Identificar	Gás metano na degradação anaeróbia	Da matéria orgânica presente em lixões	Ecologia 08
11_82	Conceitual	Lembrar	Reconhecer	Predação	No acasalamento de insetos	Ecologia 09
14_60	Conceitual	Entender	Identificar	Relação ecológica de competição	Entre espécies presentes em um mesmo habitat	Ecologia 09
11_88	Conceitual	Entender	Identificar	Ação das algas como filtros biológicos	Em ambientes aquáticos contaminados	Ecologia 10

Item	Dimensão do Conhecimento	Dimensão do processo Cognitivo	Verbo	Conteúdo específico	Contexto	Conteúdo geral
12_46	Conceitual	Entender	Identificar	Ocorrência da reciclagem	Em latas de alumínio	Ecologia 10
12_51	Conceitual	Entender	Identificar	Biorremediação de pesticidas	Como método de eliminação de contaminantes	Ecologia 10
11_90	Conceitual	Entender	Identificar	Metano como subproduto da digestão das vacas	E o aumento do efeito estufa	Ecologia 11
12_56	Conceitual	Analisar	Analisar	Níveis tróficos	Nas relações presentes em uma teia alimentar	Ecologia 12
12_68	Conceitual	Entender	Explicar	Nicho ecológico	De uma determinada espécie de tamanduá	Ecologia 13
14_49	Conceitual	Entender	Identificar	Produto da decomposição da matéria orgânica	Em meio anaeróbico nos aterros sanitários	Ecologia 14
12_87	Conceitual	Entender	Identificar	Ações antropogênicas sobre o meio ambiente	E o aumento da taxa da doença de Chagas	Ecologia 15
14_52	Conceitual	Lembrar	Reconhecer	Efeito de misturas racêmicas	No organismo humano	Embriologia
12_57	Conceitual	Entender	Identificar	Estruturas específicas adaptativas nas plantas	Para proteção contra o fogo no cerrado brasileiro	Evl- Fis. Veg.
11_87	Conceitual	Entender	Relacionar	Identidade taxonômica	Existente entre homem e insetos	Evl: Taxonomia
09_9	Conceitual	Entender	Explicar	Adaptações das espécies vegetais	Decorrentes das mudanças climáticas	Evolução
09_33	Conceitual	Entender	Interpretar	Mecanismos envolvidos nos processos evolutivos	Necessários à sobrevivência de uma espécie	Evolução
10_64	Conceitual	Entender	Explicar	Origem das características evolutivas	Através da teoria de Lamarck	Evolução
13_60	Factual	Lembrar	Reconhecer	Canibalismo e disseminação de genes	Em algumas espécies de invertebrados	Evolução
14_53	Conceitual	Entender	Comparar	Conceito darwinista de evolução	No meio científico e no senso comum	Evolução

Item	Dimensão do Conhecimento	Dimensão do processo Cognitivo	Verbo	Conteúdo específico	Contexto	Conteúdo geral
12_75	Conceitual	Entender	Comparar	Teoria da Biogênese com a da geração espontânea	E o surgimento de larvas de moscas no arroz cozido	Evolução 02
12_81	Conceitual	Entender	Relacionar	Extinção dos dinossauros	À redução da penetração de luz solar na Terra	Evolução 03
12_85	Procedimental	Analisar	Analisar	Cladograma as estruturas que contribuíram	Para a maior diversidade genética do Reino Vegetal	Evolução 04
10_60	Conceitual	Entender	Identificar	Problemas de absorção de água nas raízes das plantas	Em solos com alta salinidade	Fis. Veg.
09_11	Factual	Lembrar	Reconhecer	Fisiologia das glândulas sudoríparas	No controle da temperatura corporal	Fisiologia
10_66	Conceitual	Entender	Identificar	Agentes oxidantes na respiração anaeróbica	Em loricíferos	Fisiologia 02
10_88	Conceitual	Entender	Identificar	Influência de alteração no ritmo circadiano	No comportamento e funções fisiológicas	Fisiologia 03
13_53	Conceitual	Entender	Relacionar	Mudanças no sistema digestório de animais	Em situações de escassez de alimentos	Fisiologia 03
11_48	Conceitual	Entender	Identificar	Eritrócitos	Transporte de oxigênio pelo sangue	Fisiologia 03.1
11_49	Conceitual	Analisar	Analisar	Taxa de plaquetas em um hemograma	Em um episódio de hemorragia nasal	Fisiologia 03.2
09_4	Conceitual	Entender	Relacionar	A ação do meio ambiente nos genes	Na expressão de características dos indivíduos	Genética
09_16	Conceitual	Entender	Identificar	Transcrição e tradução do RNA	Na transmissão de informação genética	Genética
13_70	Procedimental	Analisar	Analisar	Teste de ELISA (<i>Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay</i>)	Para a identificação de paternidade.	Genética
14_74	Procedimental	Analisar	Analisar	Herança dominante ligada ao sexo	Na transmissão de doenças genéticas	Genética
11_65	Conceitual	Entender	Relacionar	Conceito de epigenética	Na manifestação ou não de doenças	Genética 02

Item	Dimensão do Conhecimento	Dimensão do processo Cognitivo	Verbo	Conteúdo específico	Contexto	Conteúdo geral
12_62	Conceitual	Entender	Identificar	Aspectos negativos da hibridização de espécies	Na piscicultura	Genética 02
12_65	Conceitual	Entender	Identificar	Expressão diferencial dos genes da planta	Às diferentes condições ambientais ao longo do ano	Genética 02
14_79	Procedimental	Analisar	Analisar	Teste de tipagem sanguínea	Em exame laboratorial	Genética 03
09_3	Factual	Lembrar	Reconhecer	A importância da imunização	No controle de doenças infectocontagiosas	Imunologia
11_53	Conceitual	Lembrar	Reconhecer	Princípios da vacinação	Para a prevenção de infecção por HPV	Imunologia
11_69	Factual	Lembrar	Reconhecer	Princípios da vacinação	Para a prevenção de infecção HPV	Imunologia
13_50	Factual	Lembrar	Reconhecer	Mecanismos de ação das vacinas	Na prevenção de doenças infectocontagiosas	Imunologia
13_78	Conceitual	Entender	Identificar	Importância da imunização	Como profilaxia na transmissão de doenças	Imunologia
14_85	Factual	Lembrar	Reconhecer	Produção de anticorpos	Através da vacinação em diferentes organismos	Imunologia
10_46	Factual	Lembrar	Reconhecer	Profilaxia e tratamento	De problemas de saúde.	Prog. Saúde
10_49	Factual	Lembrar	Reconhecer	Bactérias, formação de biofilme e cáries	Hábitos alimentares e má higienização bucal	Prog. Saúde
11_64	Conceitual	Entender	Classificar	Malária como doença endêmica	Na América do Sul	Prog. Saúde
11_89	Factual	Lembrar	Recordar	Mosquito da dengue no período chuvoso	Estratégias preventivas de sua proliferação	Prog. Saúde
12_52	Factual	Entender	Relacionar	Condições ambientais e sintomatologia	A ocorrência da leptospirose	Prog. Saúde
12_80	Conceitual	Entender	Relacionar	Condição física ao desenvolvimento de diabetes	Em seres humanos com hábitos sedentários	Prog. Saúde
10_71	Conceitual	Entender	Identificar	Alterações no metabolismo bacteriano	Como responsável por doenças oculares	Reino Monera
14_75	Conceitual	Analisar	Associar	Digestão de alimentos e o pH	Pelo uso da enzima protease gástrica	Sist. digestório
13_55	Conceitual	Entender	Relacionar	Variação da taxa hormonal	Sob efeito da utilização de anticoncepcionais	Sist. endócrino

Item	Dimensão do Conhecimento	Dimensão do processo Cognitivo	Verbo	Conteúdo específico	Contexto	Conteúdo geral
13_56	Conceitual	Analisar	Prever	Funcionamento das válvulas venosas	Em uma situação experimental	Sit. circulatório

Onde: Siglas apresentadas na tabela: Bioquímica 1: Bioquímica Celular e Ecologia; Biotecnologia 2: Biotecnologia – Genética; Citologia 2: Citologia - Membrana plasmática; Citologia 3: Genética – Molecular; Ecologia 2: Ecologia - Poluição aquática; Ecologia 3: Ecologia/ Biomas; Ecologia 4: Ecologia na Rotação de culturas; Ecologia 5: Ecologia e Cadeia Alimentar; Ecologia 6: Ecologia - Fontes renováveis de energia; Ecologia 7: Ecologia - Controle biológico; Ecologia 8: Ecologia - Ciclo do carbono; Ecologia 9: Ecologia – Relações ecológicas; Ecologia 10: Ecologia – Preservação ambiental; Ecologia 11: Ecologia – Poluição; Ecologia 12: Teia alimentar; Ecologia 13: Ecologia/ Nichos ecológicos; Ecologia 14: Ecologia - Poluição edáfica; Ecologia 15- Ecologia- Ação antropogênica; Evl: Evolução; Evolução 2: Evolução - Teorias da origem da vida; Evolução 3: Evolução/ Paleontologia; Evolução 4: Evolução - Estruturas adaptativas; Fisiologia Vegetal; Fisiologia 2: Fisiologia animal – respiração; Fisiologia 3.1: Fisiologia animal: troca gasosa; Fisiologia 3.2: Fisiologia animal: tecido sanguíneo; Fisiologia 3: Fisiologia animal; Genética 2: Genética Molecular; Genética 3: Genética- Sistema ABO; Prog. Saúde: Programa de Saúde; Sist.: Sistema.

4.2 Identificação dos objetos de conhecimento dos conteúdos de Biologia nos itens do ENEM de 2009 a 2014

A seguir são apresentados os resultados obtidos para a classificação dos itens em função do ano e subáreas da Biologia aplicados pelo ENEM (à esquerda- Tabelas 3 a 8- e a direita- gráficos percentuais equivalentes ao mesmo ano de aplicação do novo ENEM -Fig. 7 a 12). Estes dados serão discutidos nos subitens consequentes- ano a ano (4.2.1 a 4.2.6). Ainda foi feito um quadro comparativo para os itens do ENEM de 2009 a 2014 (subitem 4.2.7- Figura 13). O percentual dos itens de Biologia mostrou uma predominância de tópicos correlacionados a Ecologia em todos os anos aqui analisados.

Tabela 3. Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens – Enem 2009

Conteúdos	Qt ^{de} itens	Ano_nº item
Ecologia	8	09_01
		09_06
		09_08
		09_10
		09_13
		09_28
		09_34
		09_42
Genética	2	09_04
		09_16
Imunologia	1	09_03
Biotecnologia	2	09_07
		09_41
Evolução	2	09_09
		09_33
Fisiologia	1	09_11
Citologia	2	09_21
		09_22
Saúde	1	09_25

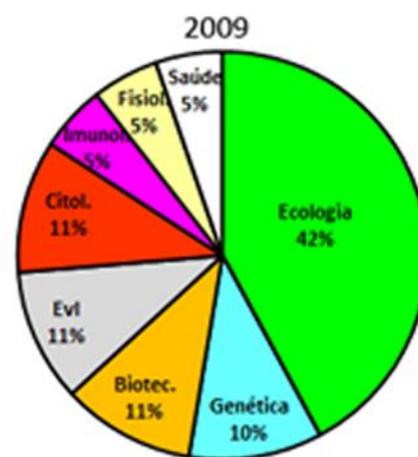


Fig. 7. Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2009. Onde: Biotec.: Biotecnologia; Citol.: Citologia; Evi: Evolução; Fis.: Fisiologia; Imunol.: Imunologia. Fonte: Elaborado pela autora

Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 4. Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens – Enem 2010

Conteúdos	Qt/Le itens	Ano_nº item
Saúde	2	10_46
		10_49
Ecologia	4	10_57
		10_61
		10_75
		10_87
Botânica	1	10_60
Citologia	1	10_62
Evolução	1	10_64
Zoologia	3	10_66
		10_71
		10_88
Biotecnologia	1	10_76
Biologia molecular	1	10_86

Fonte: Elaborada pela autora

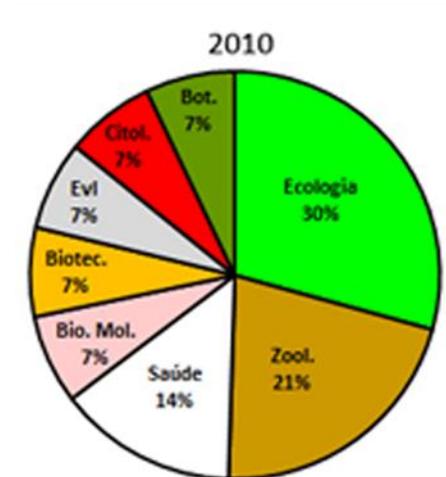


Fig. 8. Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2010. Onde: Bio. Mol: Biologia Molecular; Biotec.: Biotecnologia; Bot.: Botânica; Citol.: Citologia; Evi: Evolução e Zool.: Zoologia. Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 5. Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens - ENEM 2011

Conteúdos	Qt ^{de} itens	Ano_nº item
Ecologia	8	11_47
		11_51
		11_57
		11_76
		11_79
		11_82
		11_88
		11_90
Zoologia	1	11_48
Fisiologia humana	1	11_51
Imunologia	1	11_53
Genética	2	11_61
		11_65
Saúde	3	11_64
		11_69
		11_89
Biotecnologia	1	11_68
Evolução	1	11_87

Fonte: Elaborado pela autora.

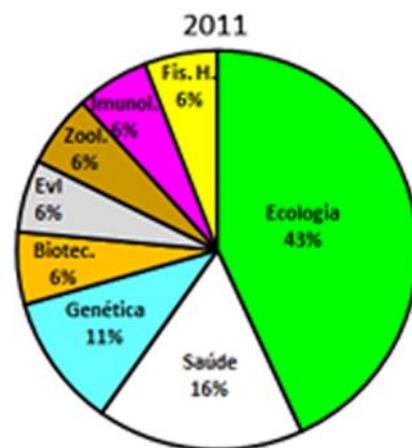


Fig. 9. Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2011. Onde: Biotec.: Biotecnologia; Evi: Evolução; Fis H.: Fisiologia Humana; Imunol.: Imunologia e Zool.: Zoologia. Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 6. Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens – ENEM 2012

Conteúdos	Qt ^{de} itens	Ano_nº item
Ecologia	6	12_46
		12_51
		12_56
		12_68
		12_81
		12_87
Citologia	1	12_48
Saúde	2	12_52
		12_80
Evolução	3	12_57
		12_75
		12_85
Genética	2	12_62
		12_65
Biotecnologia	1	12_63

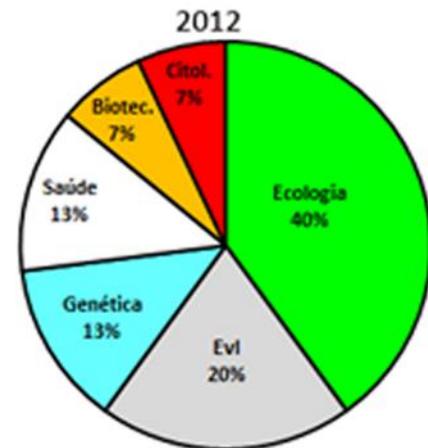


Fig. 10. Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2012. Onde: Biotec.: Biotecnologia; Citol.: Citologia e Evi: Evolução. Fonte: Elaborado pela autora

Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 7. Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens – ENEM 2013

Conteúdos	Qt ^{de} itens	Ano_nº item
Ecologia	4	13_59
		13_63
		13_80
		13_84
Citologia	2	13_62
		13_73
Imunologia	2	13_50
		13_78
Biotecnologia	2	13_70
		13_88
Fisiologia Humana	2	13_55
		13_56
Zoologia	1	13_53
Evolução	1	13_60

Fonte: Elaborada pela autora.

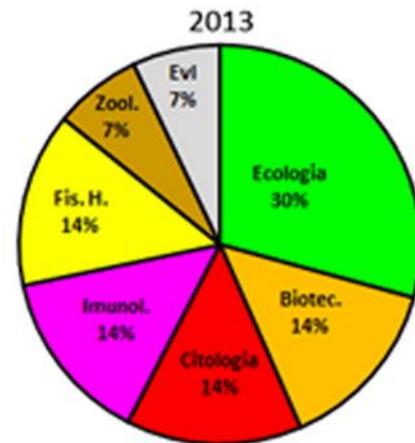


Fig. 11. Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2013. Onde: Biotec.: Biotecnologia; Evi: Evolução; Fis H.: Fisiologia Humana; Imunol.: Imunologia e Zool.: Zoologia. Fonte: Elaborado pela autora

Tabela 8. Conteúdos gerais de Biologia encontrados nos itens – Enem 2014

Conteúdos	Qt ^{de} itens	Ano_nº item
Ecologia	5	14_49
		14_60
		14_71
		14_78
		14_81
Citologia	2	14_73
		14_47
Genética	2	14_74
		14_79
Embriologia	1	14_52
Evolução	1	14_53
Biotecnologia	2	14_69
		14_89
Fisiologia Humana	1	14_75
Imunologia	1	14_85
Botânica	1	14_61

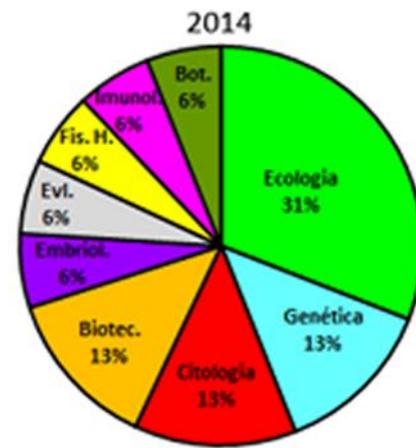


Fig. 12. Porcentagem de itens por conteúdos presentes Enem 2014. Fonte: Onde: Biotec.: Biotecnologia; Bot.: Botânica; Embriol.: Embriologia; Evl.: Evolução; Fis H.: Fisiologia Humana e Imunol.: Imunologia. Fonte:

Fonte: Elaborado pela autora.

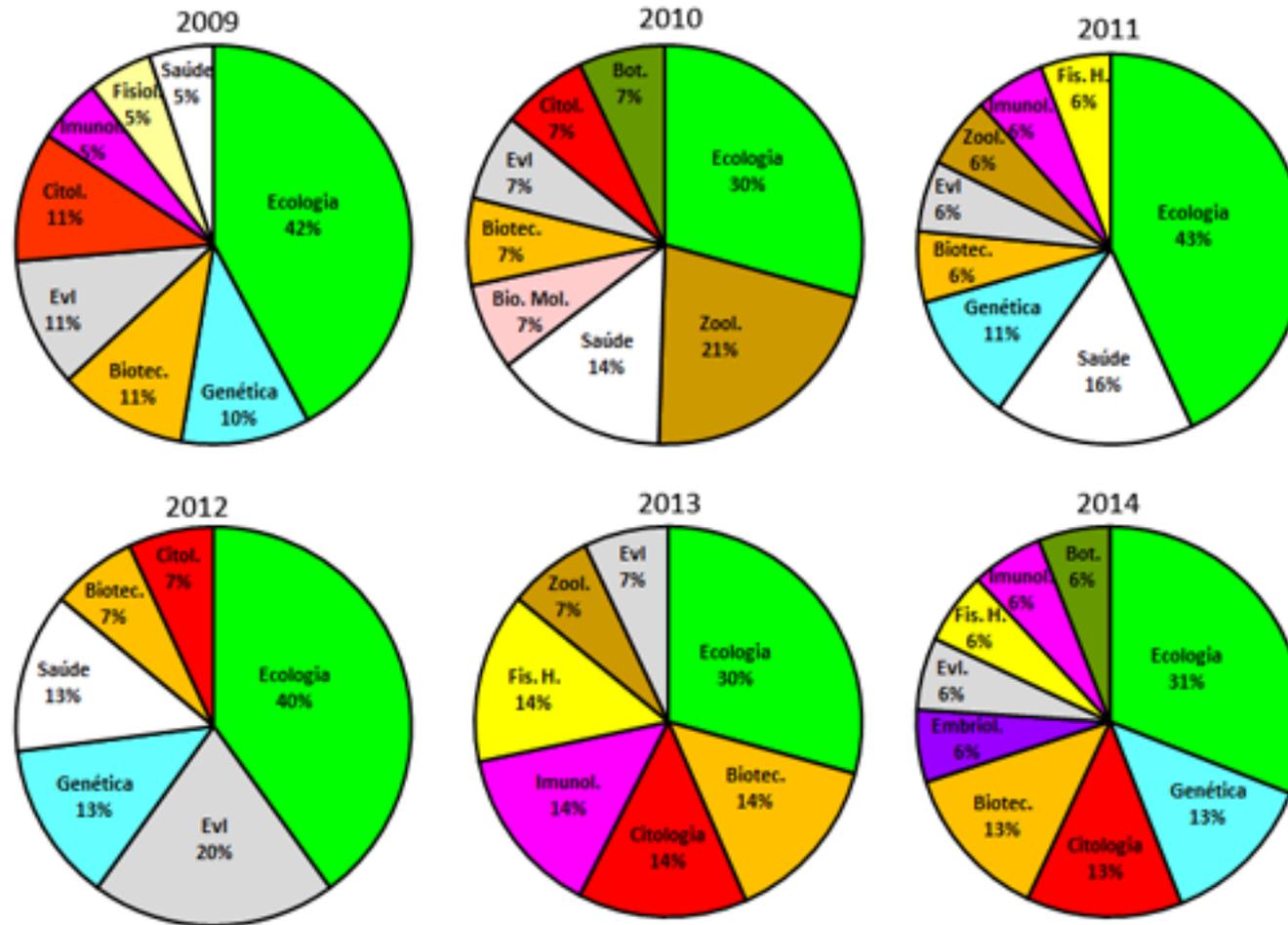


Fig. 13 Avaliação anual da porcentagem de ocorrência de itens de Biologia no ENEM no período de 2009 a 2014. Onde: Bio. Mol: Biologia Molecular; Biotec.: Biotecnologia; Bot.: Botânica; Citol.: Citologia; Embriol.: Embriologia; Evi: Evolução; Fis. H.: Fisiologia Humana; Imunol.: Imunologia; Zool.: Zoologia. Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.1 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2009

Na prova do ENEM 2009 havia 45 itens na área do conhecimento ciências da natureza e suas tecnologias, destes 19 foram identificados com conteúdo de biologia. Esses itens representaram 42% da área de ciências da natureza e suas tecnologias, uma porcentagem acima do esperado, uma vez que os 45 itens deveriam ser divididos igualmente entre química, biologia e física. Os conteúdos identificados na prova de 2009 (Figura 7 e Tabela 3) foram: ecologia, imunologia, genética, biotecnologia, evolução, fisiologia humana, citologia e saúde. Identificou-se oito itens como pertencendo ao conteúdo geral ecologia, esses itens representaram 42% do total dos itens de biologia.

4.2.2 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2010

Na prova do ENEM aplicada no ano de 2010, dos 45 itens, 14 foram identificados como itens que tinham conteúdo de biologia, portanto esses itens representaram 31% da área de ciências da natureza e suas tecnologias demonstrando um melhor equilíbrio com as áreas de física e química. De acordo com a Tabela 4 e Figura 8, os conteúdos gerais identificados na prova deste ano foram: Ecologia, biotecnologia, evolução, citologia, saúde, biologia molecular, zoologia e botânica. Identificou-se quatro itens como pertencendo ao conteúdo geral ecologia, esses itens representaram 30% do total de itens de biologia. Ainda, neste ano, três itens avaliaram conhecimento de zoologia, correspondendo a 21% do total de itens da biologia.

4.2.3 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2011

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 5 e Figura 9, dos 45 itens na área do conhecimento ciências da natureza e suas tecnologias presentes na prova do ENEM 2011, 18 deles avaliaram conteúdo de biologia, portanto esses itens representaram 38% da área de ciências da natureza e suas tecnologias. Identificou-se sete destes itens como pertencendo ao conteúdo ecologia, esses

itens representaram 43% do total de itens de biologia. Saúde e genética foram os outros dois conteúdos avaliados em maior extensão, 16% e 11%, respectivamente.

4.2.4 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2012

De acordo com os dados apresentados na Tab. 6 e Figura 10, quinze itens de ciências da natureza avaliaram conhecimentos relacionados à área da biologia representando, portanto, 33% dos itens desta área do conhecimento. Os Objetos de conhecimento identificados na prova de 2012 foram: Ecologia, biotecnologia, evolução, saúde, genética e citologia. Identificaram-se seis itens como pertencendo ao conteúdo ecologia, esses itens representaram 40% do total de itens de biologia. Conhecimento de evolução foram avaliados em 20% dos itens. Saúde e genética em 13% deles.

4.2.5 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2013

Na prova do ENEM 2013 haviam 45 itens na área do conhecimento ciências da natureza e suas tecnologias, onde temos os seguintes componentes curriculares: física, química e biologia. Destes 45 itens, 14 foram identificados como itens que tinham objeto de conhecimento da biologia, portanto esses itens representaram 31% da área de ciências da natureza e suas tecnologias. De acordo com a tabela 7 e Figura 11, os conteúdos identificados na prova de 2013 foram: Ecologia, biotecnologia, evolução, citologia, fisiologia humana, zoologia e imunologia. Identificou-se quatro itens como pertencendo ao objeto de conhecimento geral ecologia, esses itens representaram 30% do total de itens de biologia.

4.2.6 Análise dos itens do ENEM aplicado no ano de 2014

Finalmente, no ano de 2014, dezesseis itens avaliaram conhecimentos voltados à área de biologia, representando 35% da área de ciências da natureza e suas tecnologias. Os dados estão mostrados na Figura 12 e Tabela 8. Identificou-se cinco itens como pertencendo ao conteúdo ecologia, representando 31% do total de itens de biologia. Conhecimentos de biotecnologia, citologia e genética

apresentaram ocorrência 13% cada e juntos somaram 42% dos conhecimentos avaliados neste ano.

4.2.7 Compilado geral dos itens do ENEM aplicados no período de 2009 a 2014

Para uma melhor visualização dos dados acima descritos, os mesmos foram agrupados em um gráfico, conforme apresentado nas tabelas 3 a 8 e Figuras 7 a 12. A partir dos resultados apresentados na Figura 13, pode-se verificar que nos itens do ENEM dos anos avaliados estavam presentes os conteúdos caracterizados de: ecologia, imunologia, genética, biotecnologia, evolução, fisiologia humana, citologia, botânica, saúde, biologia molecular, zoologia e embriologia (Tabela 9). Percebe-se que alguns conteúdos da biologia não apareceram em nenhuma das edições analisadas (Tabela 10), como por exemplo conhecimentos sobre a zoologia de invertebrados, morfologia de plantas, doenças tropicais e doenças sexualmente transmissíveis.

Tabela 9. Resumo de ocorrência dos itens de Biologia do ENEM (2009 a 2014) distribuídos por conteúdos gerais

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Ecologia	8	4	8	6	4	5	35
Evolução	2	1	1	3	1	1	9
Genética	2	-	2	2	-	2	8
Biotecnologia	2	1	1	1	2	2	9
Citologia	2	1	-	1	2	2	8
Saúde	1	2	3	2	-	-	8
Imunologia	1	-	1	-	2	1	5
Fisiologia Humana	1	-	1	-	2	1	5
Zoologia	-	3	1	-	1	-	5
Botânica	-	1	-	-	-	1	2
Biologia molecular	-	1	-	-	-	-	1
Embriologia	-	-	-	-	-	1	1
Total	19	14	18	15	14	16	96

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 10: Listagem dos conteúdos NÃO contemplados em Biologia nos itens do ENEM (por disciplina):

Disciplina	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Citologia			X				01
Genética		X			X		02
Imunologia		X		X			02
Fisiologia humana		X		X			02
Saúde					X	X	02
Zoologia	X			X		X	03
Botânica	X		X	X	X		04
Biologia Molecular	X		X	X	X	X	05
Embriologia	X	X	X	X	X		05

Fonte: Elaborada pela autora

Ainda, observa-se que a ecologia foi o conteúdo mais recorrente, esteve presente em todas as edições e com maior quantidade de itens por prova em todas as seis edições analisadas. Rosa (2002) verificou nas escolas um aumento da discussão de assuntos ligados ao meio ambiente por orientação dos documentos oficiais. Outros objetos de conhecimento que estiveram presentes em todas as edições foram: biotecnologia e evolução. A biotecnologia é um assunto muito presente na mídia e desperta muito interesse por parte dos alunos. A evolução é a base da biologia e talvez por isso estiveram presentes em todas as provas, mesmo que em proporções pequenas. A citologia esteve ausente em apenas um ano, na edição de 2011. Saúde apareceu em duas edições: 2011 e 2012. Botânica e embriologia apareceram em apenas uma edição.

Observa-se, por meio da análise dos resultados, que as grandes áreas de conhecimento da biologia estão presentes no ENEM quando a prova é analisada como um todo. Na quantificação dos conteúdos, pode-se perceber que há uma grande quantidade de itens relacionados a ecologia. Do total de 96 itens de biologia, identificados entre 2009 e 2014, 35 itens (aproximadamente 36%) trouxeram a ecologia como conteúdo mostrando uma distribuição desigual entre os conteúdos dos itens, pois a embriologia apareceu em apenas 1 item (aproximadamente 1%). A ecologia constitui o tema mais recorrente nas provas analisadas. A maioria das questões desta subárea está associada à preservação

ambiental e poluição. Esse fato pode ter relação com a recomendação feita pelo comitê de governança do novo ENEM 2009 “os conhecimentos de física, química e biologia associados à matriz de referência de ciências da natureza e suas tecnologias devem expressar integração crescente entre as três áreas ” (BRASIL, 2020-c, p.1). Além disso, segundo Peixoto e Linhares (2010) *apud* Hernandez e Martins (2013) *apud* p.61 “ [...] a integração da física, química e biologia pode acontecer por meio de itens que exploram temas abrangentes como o meio ambiente”. Silva (2012) que em seu trabalho intitulado “Avaliação dos conteúdos de botânica nos vestibulares: uma análise das provas da UESPI, UFPI e ENEM, nos anos de 2006 a 2010 ” também observou que nas provas do ENEM houve a prevalência do conteúdo Ecologia com (46%) do total de questões dedicadas à mesma e que o conteúdo de Botânica aparece com (7%) das questões. Silva (2012) afirma que:

[...] as provas do ENEM buscam relacionar os conteúdos abordados nas provas com o cotidiano dos candidatos, fica fácil entendermos o porquê da quantidade de questões de ecologia, que em sua maioria se referia aos impactos ambientais, pois, são conteúdos que tem sido muito enfatizado na mídia devido os diversos problemas ambientais causados pelo excesso de poluentes lançados na atmosfera. (SILVA, 2012, p.28).

E de fato, verificou-se que nos anos anteriores à realização dos itens de cada edição do ENEM aqui estudadas, houve na mídia destaques frequentes sobre temas relacionados a ecologia (Vazamento de petróleo, chuvas torrenciais e secas), biotecnologia (uso de transgênicos no Brasil) e saúde (pandemia, surtos de gripes, novos exames genéticos). Podemos especular que tais fatos podem ter influenciado, em partes, na escolha dos conteúdos dos itens do ENEM durante sua elaboração.

Andriola (2011) em seu trabalho intitulado “Doze motivos favoráveis à adoção do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) pelas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES)” afirma que o ENEM apresenta:

[...] itens (questões) que enfocam peculiaridades regionais, que dão ênfase às riquezas naturais, culturais e históricas, que destacam os

problemas sociais e que propõem reflexões acerca das possíveis respostas ou saídas às dificuldades e/ou problemas brasileiros. Com este princípio se deseja passar duas mensagens. A primeira delas diz respeito à imensa riqueza cultural do nosso país, que deve ser conhecida, para que, assim possa ser respeitada, preservada e divulgada às futuras gerações (ANDRIOLA, 2011, p.119)

Corroborando com os dados aqui apresentados, Pinheiro e Ostermann (2010) quantificaram que aproximadamente 90% das questões de ciências da natureza são contextualizadas e concluíram que os contextos apresentados pelo ENEM em 2009 estão ligados a aplicações tecnológicas e a problemas ambientais e sociais. A ecologia é o tema que mais relaciona conteúdos diversos dentro da biologia, no trabalho de Souza e Brito (2018) ao analisarem a influência do conteúdo de química na elaboração de questões (itens) do novo ENEM concluíram que vários itens que apresentavam objetos de conhecimento além da química, apresentavam também da biologia.

Isto acontece, provavelmente, pelo fato de que os elaboradores de itens que são aplicados no Enem são orientados a seguir procedimentos técnicos que envolvem a construção de itens, como, por exemplo, contextualizar a partir de uma situação problema que, geralmente, apresenta uma natureza interdisciplinar. Assim, o domínio de mais de uma área de conhecimento pode ser exigido na resolução de um item. Neste contexto, uma questão de Biologia, por exemplo, pode exigir do aluno habilidades e discernimento em Química” (SOUZA & BRITO, 2018, p. 713)

4.3 Correlação entre os conteúdos dos itens e os objetos de conhecimento da matriz do ENEM

Um dos objetivos propostos neste trabalho foi verificar a correlação entre os conteúdos avaliados nos itens de biologia presentes nos testes do ENEM (2009 a 2014) e os objetos de conhecimento de biologia presentes na Matriz de Referência do Exame.

De acordo com WEBB (2007), o critério denominado *categorical concurrence*, analisa a concordância entre os conteúdos das avaliações e dos documentos, ou seja, se as mesmas categorias de conteúdo aparecem em ambos.

Este termo refere-se à proporção entre o teor afirmado no documento e o que é avaliado por itens no teste. Nesta parte, foi proposto a análise dos objetos de conhecimento da matriz de referência e os conteúdos dos itens do ENEM.

Em concordância com a matriz de referência de ciências da natureza e suas tecnologias (BRASIL, 2009), os objetos de conhecimento e os subitens relacionados ao conteúdo de biologia conforme solicitado pelo conteúdo do governo de São Paulo (SÃO PAULO, 2008).

Comparando-se os conteúdos presentes nos itens do ENEM (2009 a 2014), classificados conforme o painel de especialistas, com os objetos de conhecimento da matriz, podemos concluir que nem todos os objetos de conhecimentos previstos na matriz foram avaliados nas edições em análise do ENEM. A tabela 11 apresenta tais temas negligenciados nas edições aqui analisadas.

Nota-se que a maioria dos conceitos relacionados ao objeto de conhecimento Qualidade de vida das populações humanas não foram avaliados nas edições do ENEM entre 2009 a 2014. Adicionalmente, percebe-se que nem todos os conhecimentos da Matriz de Referência foram abordados nas provas do ENEM avaliadas, mostrando que não há uma congruência completa entre a matriz e os itens do ENEM. De acordo com o WEBB (1997), em relação a primeira categoria de alinhamento, descrita na introdução deste trabalho, *categorical concurrence* (analisa a concordância entre os conteúdos das avaliações e o documento que as embasam), podemos dizer que a concordância não foi total, pois como vimos na tabela abaixo, vários temas contidos nos objetos de conhecimento de Biologia da matriz, não foram contemplados pelos itens do ENEM, no período analisado nesta pesquisa.

Tabela 11. Objetos de conhecimento presentes na Matriz do ENEM

Conteúdos	Matriz do ENEM	Qt ^{de} itens
Ecologia	Ecologia e ciências ambientais	36
Biotecnologia	Moléculas, células e tecidos	19
Citologia		
Biologia molecular		
Fisiologia Humana	Identidade dos seres vivos	14
Zoologia		
Botânica		
Embriologia		
Genética	Hereditariedade e diversidade da vida	13
Imunologia		
Evolução	Origem e evolução da vida	9
Saúde	Qualidade de vida das populações humanas	8

Fonte: Elaborada pela autora

Em média o ENEM apresenta 15 itens de biologia por ano e isso pode ser um fator limitante, fazendo com que muitos objetos de conhecimento da matriz fiquem de fora do exame.

Objetos de conhecimento presentes na Matriz do Enem

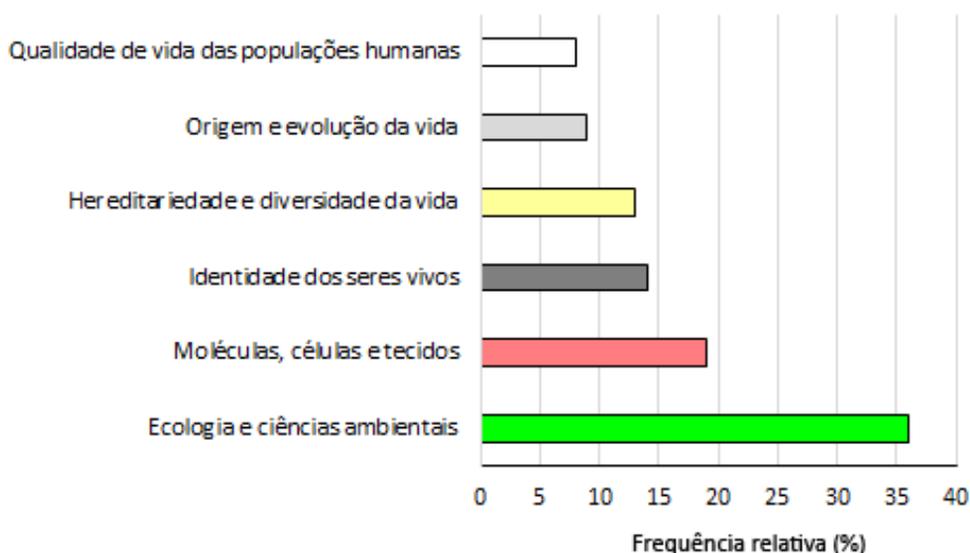


Figura 14: Distribuição conteúdos de Biologia presentes nos itens do ENEM (2009 – 2014). *Fonte: Elaborada pela autora*

Tabela 12. Listagem dos temas não abordados nos Objetos de Conhecimento da Matriz do ENEM no período de 2009 a 2014:

Objetos de Conhecimento	Temas NÃO abordados
Ecologia e ciências ambientais	Habitat, comunidade clímax, biogeografia, problemas ambientais (erosão) e noções de legislação ambiental.
Moléculas, células e tecidos	Divisão celular, clonagem e principais tecidos vegetais
Identidade dos seres vivos	Níveis de organização dos seres vivos, vírus, procariontes, seres unicelulares e pluricelulares, tipos de ciclo de vida e evolução humana
Hereditariedade e diversidade da vida	Poucos temas não abordados
Origem e evolução da vida	Todos os objetos de estudo não foram abordados
Qualidade de vida das populações humanas	Aspectos biológicos da pobreza e do desenvolvimento humano; Indicadores sociais, ambientais e econômicos; Índice de desenvolvimento humano; Noções de primeiros socorros; DSTs; Aspectos sociais da biologia: uso indevido de drogas, gravidez na adolescência e obesidade; violência e segurança pública; Aspectos biológicos do desenvolvimento sustentável, legislação e cidadania

Fonte: Elaborada pela autora

4.4 Correlação entre os conteúdos dos itens e os sete grandes temas de estudo do currículo do estado de São Paulo

O currículo do Estado de São Paulo de 2008 organiza os conteúdos básicos da biologia dentro da grande área ciências da natureza e suas tecnologias e a biologia foi dividida em sete grandes temas de estudo, a saber:

1. A interdependência da vida: Os seres vivos e suas interações; Manutenção da vida: Fluxo de energia e matéria; Ecossistemas, populações e comunidades. A intervenção humana e os desequilíbrios ambientais; Fatores associados aos problemas ambientais; Problemas ambientais contemporâneos.

2. Qualidade de vida das populações humana: Identidade dos seres vivos: A saúde individual, coletiva e ambiental; O que é saúde?; A distribuição desigual da saúde pelas populações; as agressões à saúde das populações; Saúde ambiental.

3. Identidade dos seres vivos: Organização celular e funções vitais básicas; A organização celular da vida; as funções vitais básicas.

4. Transmissão da vida e mecanismos de variabilidade genética: Variabilidade genética e hereditariedade; mecanismos de variabilidade genética; os fundamentos da hereditariedade; Genética humana e saúde.

5. Tecnologias de manipulação do DNA: A receita da vida e o seu código: DNA: a receita da vida e seu código; O DNA em ação: estrutura e atuação. Biotecnologia: Tecnologias de manipulação do DNA

6. Diversidade da vida: O desafio da classificação biológica; Bases biológicas da classificação; A biologia dos seres vivos; A biologia das plantas; A biologia dos animais.

7. Origem e evolução da vida: A origem da vida e as ideias evolucionistas; A origem da vida; Ideias evolucionistas e evolução biológica. Evolução biológica e cultural; A origem do ser humano e a evolução cultural; Intervenção humana na evolução. Fonte: SÃO PAULO, 2008.

Tal estudo comparativo proposto encontra-se descrito na tabela 13. O tema de estudo Interdependência da vida teve todos os seus conteúdos relacionados avaliados nos itens do ENEM caracterizados entre 2009 a 2014. O estudo da qualidade de vida das populações humanas apresentou dois conteúdos que não foram avaliados nos itens: A distribuição desigual da saúde pelas populações e saúde ambiental. Ainda, o estudo de Identidade dos seres vivos e tecnologias de manipulação do DNA tiveram todos os conteúdos representados nos itens. O tema transmissão da vida e mecanismo de variabilidade genética teve quase todos os conteúdos avaliados, com exceção do conceito de mecanismos de

variabilidade genética. O tema de estudo diversidade da vida apresentou dois conteúdos que não foram contemplados nos itens: o desafio da classificação biológica e as bases biológicas da classificação. Sobre o tópico origem e evolução da vida, quatro conteúdos não foram avaliados nos testes: Origem da vida; Evolução biológica e cultural; A origem do ser humano e sua evolução cultural e a intervenção humana na evolução.

Tabela 13. Comparação entre os temas de estudo do currículo do Estado de São Paulo e a classificação dos conteúdos observados nos itens das avaliações do ENEM (2009 a 2014)

Matriz Estadual Paulista	Temas dos itens do ENEM
1. Diversidade da vida	-Botânica -Fisiologia Humana -Zoologia
2. Identidade dos seres vivos	-Citologia
3. Interdependência da vida	- Ecologia
4. Origem e evolução da vida	- Evolução
5. Qualidade de vida das populações humanas	-Imunologia -Saúde
6. Tecnologia de manipulação do DNA: a receita da vida e seu código	-Biologia Molecular -Biotecnologia
7. Transmissão da vida e mecanismos de variabilidade	-Genética

Obs.: Não há tema contemplado para Embriologia no currículo de 2008

Fonte: Elaborada pela autora

O terceiro critério de alinhamento Webb (*Range of knowledge correspondance*- examina a correspondência entre os conteúdos presentes nos itens e aquela presente nos currículos), em uma situação ideal, espera-se que cada conteúdo seja avaliado pela presença de um item do exame. Entretanto, este autor considera válido que pelo menos 50% dos conteúdos sejam contemplados no exame. Pode-se, então, validar a congruência entre o que é pedido nos itens e o currículo; pois como foi mostrado, poucos tópicos do currículo não foram abordados nos itens.

4.5 Caracterização da demanda cognitiva nos itens do ENEM

Antes de apresentarmos os resultados relativos às demandas cognitivas apresentadas nos itens, torna-se necessário recordar um pouco sobre esse domínio, com base na Taxonomia de Bloom Revisada. Segundo Krathwohlk (2002) duas das metas educacionais mais importantes são: Promover a apropriação do conhecimento, que é a habilidade de lembrar após um período de tempo, aquilo que foi apresentado ao aluno por meio da instrução educacional e a transferência de conhecimento, que é a habilidade de usar o que foi lembrado, para resolver novos problemas, responder novas questões, ou facilitar o aprendizado de novos conteúdos. A apropriação do conhecimento pressupõe que o aluno lembre aquilo que ele aprendeu, enquanto que transferência requer não somente que o aluno lembre, mas que o que aprendeu faça sentido e que tenha habilidade de usar o que aprendeu em novos contextos. Na Taxonomia de Bloom Revisada a dimensão dos processos cognitivos oferece uma lista de verbos, utilizados na classificação dos processos, que podem estar presentes nas atividades realizadas pelos estudantes. Os verbos descrevem os processos cognitivos procurando abranger um amplo espectro de dificuldade: inicia-se com processos bastante triviais associados ao Lembrar, passando pelo Entender e Aplicar e evolui para aqueles mais elaborados como Analisar, Avaliar e Criar (ANDERSON *et al.*, 2001, p. 30). Para cada uma das categorias dos processos acima listadas, estão associados dois ou mais processos cognitivos com maior especificidade, somando um total de 19 verbos e as categorias principais descritas com os verbos, conforme a Tabela 3 apresentada na introdução deste trabalho. Na Tabela 14 e Figura 15 é apresentado o resumo dos processos cognitivos, presentes nas descrições dos itens dos itens avaliados do ENEM de 2009 a 2014.

Tabela 14. Número de itens por demandas cognitivas nos itens do ENEM entre 2009 a 2014

Ano Ref.	2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	Qt ^{de}	%										
Lembrar	8	42	5	36	5	28	5	33	4	29	2	13
Entender	7	37	7	50	12	67	9	60	8	57	10	63
Aplicar	2	11	2	14	1	6	1	7	2	14	4	25
Analisar	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avaliar	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Criar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: Elaborada pela autora

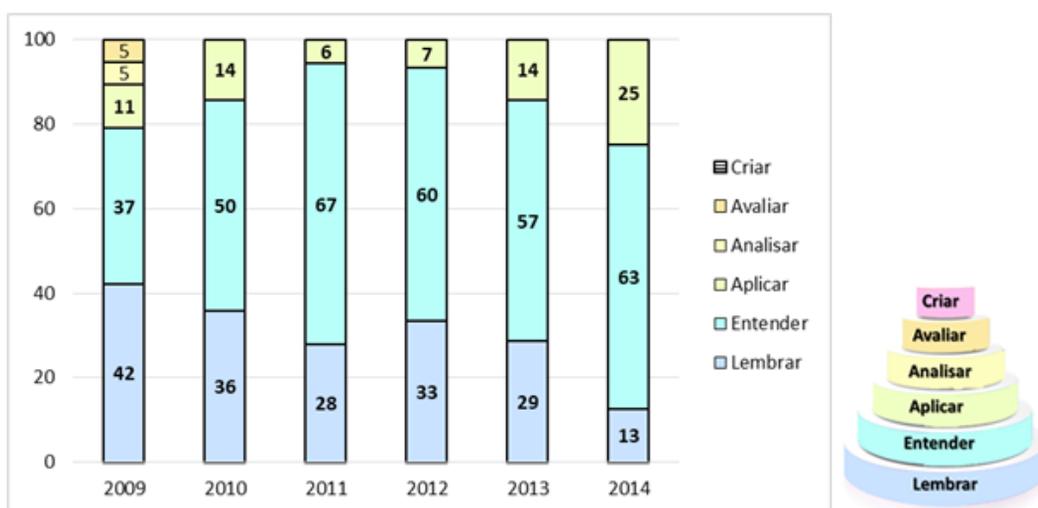


Figura 15. Ocorrência das demandas cognitivas nos itens do ENEM entre 2009 a 2014. À direita, esquematização dos VERBOS no modelo de bolo de andares (Fonte: Elaborada pela autora)

Abaixo serão discutidos os resultados obtidos a partir da Tabela 14 e figura 15:

Com relação a demanda cognitiva:

(i) **“Lembrar”** total de 29 itens. Lembrar é uma demanda essencial, contudo em uma avaliação não deve ter muitos itens exigindo essa demanda. Vale a pena salientar, com base nas informações da Figura 15, que apresenta as proporções de ocorrência das demandas cognitivas, a ocorrência a uma tendência de diminuição de itens com a demanda cognitiva lembrar nos testes aplicados no período compreendido entre 2009 a 2012; em 2012 essa demanda sobe, sendo observada em 33%, contrastando com o valor de 28% em 2011 dos itens

envolvendo conceitos de biologia. Em 2014 essa ocorrência diminuiu, e é observada em apenas 13% dos itens.

(ii) “Entender” foram identificados 52 itens, mais de 50% dos itens analisados. Segundo Krathwohl (2002), os estudantes entendem quando estabelecem ligações entre o um aprendizado novo e aquele que ele já aprendeu. Para a demanda cognitiva entender foi observada uma tendência ascendente entre os anos de 2009 a 2011. Em 2011 foi observada a maior porcentagem de ocorrência, estando presente em 67% dos itens envolvendo conceitos de biologia daquele ano. No ano de 2013, apresentou uma redução (57%) e voltou a aumentar em 2014, apresentando a ocorrência de 63%.

Antes da análise da próxima demanda cognitiva, é importante notar que 82 itens (85,4%) dos avaliados no presente trabalho estão nas categorias **“Lembrar”** e **“Entender”**. Zoller e Tsaparlis (1997) consideram lembrar e entender como processos de baixa demanda cognitiva. Itens considerados de baixa demanda cognitiva podem ser solucionados pela simples lembrança de conceitos e teorias aplicados a situações e contextos familiares ao estudante, usados de forma mecânica sem que seja necessária a reflexão sobre o processo envolvido. Avaliações com demandas cognitivas baixas, normalmente realçam situações, contextos e problemas já familiares ao estudante (ZOLLER & TSAPARLIS, 1997).

(iii) “Aplicar” esteve presente em 12 itens do total analisados. Os itens com esse processo cognitivo avaliam o uso de procedimentos para realizar procedimentos ou resolver problemas.

(iv) e (v) “Analisar” e “Avaliar” foram as menos recorrentes nos testes de 2009 a 2014, somando um total de apenas 2 itens (um para cada uma delas). A demanda analisar envolve a habilidade de “quebrar” o material em suas partes constituintes e detectar como as partes associam-se entre si e com a estrutura completa. Na demanda cognitiva avaliar é esperado que o aluno faça julgamentos com consistência interna e com base em critérios externos.

Com relação ao segundo critério de alinhamento de Webb (*Depth of knowledge consistency*- avalia a demanda cognitiva exigida nos itens), pode-se dizer que os itens não exigiram operações cognitivas mais complexas para serem resolvidos, demonstrando pouca congruência para essa categoria, pois segundo Webb (2007) a finalidade da utilização desta é avaliar se os itens e a matriz estão escritas no mesmo nível de complexidade cognitiva.

4.6 Caracterização da Dimensão do Conhecimento

De acordo com a Taxonomia de Bloom Revisada (ANDERSON *et al.* 2001), a dimensão do conhecimento é dividida em quatro categorias: conhecimento factual, conceitual, procedimental e metacognitivo. A dimensão do conhecimento metacognitivo foi a última implantada e vem do pressuposto de que os alunos podem identificar a exigência da tarefa, em termos de cognição, motivação e ambiente, e através de estratégias, eles determinam quais de seus recursos pessoais são adequados para realiza-la eficazmente (KRATHWOHL 2002). Essa categoria ainda está sendo muito discutida no meio acadêmico, principalmente com relação aos objetivos que se pode atingir através desse conhecimento e até onde ele é eficaz. A fig. 2 e o quadro 9 apresentados na introdução deste trabalho mostram as quatro categorias desta dimensão. De acordo com a classificação proposta pelo painel de especialistas, foram analisados o tipo de conhecimento presente em cada um dos itens. Os resultados são apresentados na tabela 15 e plotados na figura 16.

Neste trabalho, temos 26 itens na dimensão do conhecimento factual; 64 itens na dimensão conceitual; 6 itens no procedimental e nenhum item no metacognitivo.

Tabela 15. Número de itens por dimensão do conhecimento nos testes do ENEM entre 2009 a 2014

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Factual	9	5	4	1	6	1
Conceitual	9	8	14	13	7	13
Procedimental	1	1		1	1	2
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Com base na tabela 15 e na figura 16 podemos notar que há uma tendência de diminuição de itens que apresentaram o conhecimento factual, entre 2009 (47%) a 2012 (7%). Em 2013 houve um aumento, acentuado, se comparado com o ano de 2012, ocorrendo em 43% dos itens. No ano de 2014 cai novamente a 6%. “O conhecimento Factual está relacionado à efetividade, ou seja, ao conhecimento básico que o indivíduo deve ter sobre a área do conhecimento para resolver situações-problema próximas a ele” (KRATHWOHL, 2002, p.217).

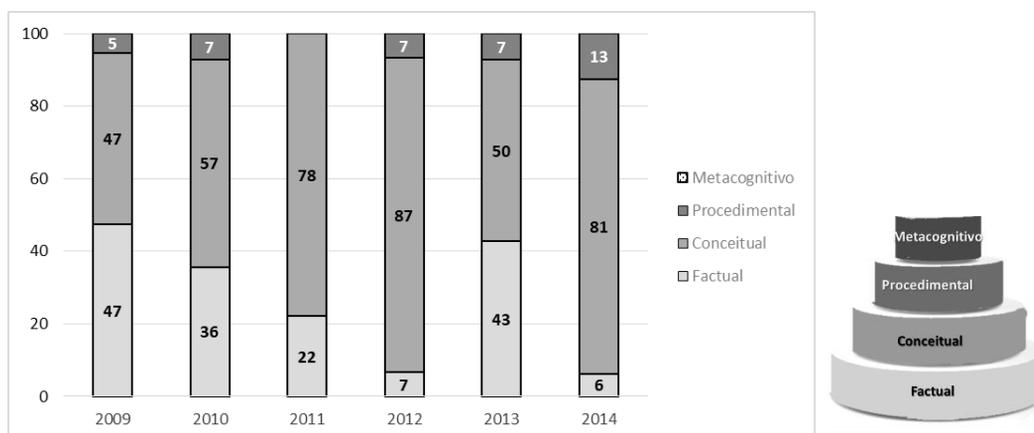


Figura 16. Ocorrência da dimensão do conhecimento nos itens do ENEM entre 2009 a 2014 (Fonte: Elaborada pela autora)

Concomitante à tendência de declínio da ocorrência de itens com conhecimento factual, podemos observar o gradativo aumento da ocorrência do conhecimento conceitual nos de itens entre os anos de 2009 (47%) a 2012 (87%). Em 2013 há uma queda nesta tendência, porém, ainda 50% deles apresentam essa categoria. A segunda maior ocorrência dessa categoria de conhecimento acontece em 2014 e cerca de 81% dos itens apresentam essa característica. De forma geral,

cerca de aproximadamente 70% dos testes avaliados apresentam itens com conhecimento conceitual. A dimensão procedimental é pouco explorada, visto que apenas 6 itens de um total de 96 itens. De acordo com CINTRA *et al.* 2016, p. 718):

O conhecimento Procedimental está vinculado principalmente aos algoritmos, e relacionado ao “como fazer?” e “o quê fazer?” [...], como critérios para utilização de procedimentos adequados e conhecimento de técnicas específicas, que implicaria um contexto mais abrangente para reflexão e análise, abrindo um leque de possibilidades (CINTRA *et al.*, 2016).

Na dimensão metacognitiva não há nenhum item classificado. Para atingir esse nível de cognição é necessário a associação de várias habilidades que dificilmente podem ser avaliadas em questões objetivas, sendo imprescindível o uso de questões discursivas, que seria adequado somente para a redação do ENEM.

4.7 Tabela Bidimensional

De acordo com Anderson e colaboradores (2001), a tabela bidimensional apresenta na primeira linha a dimensão dos processos cognitivos e na primeira coluna a dimensão dos conhecimentos. Relacionando-se as duas dimensões, temos uma nova forma de classificar os itens. Airasian e Miranda 2002 *apud* Cintra e colaboradores 2016 p.718 “As tendências apontadas nesses domínios (alta ou baixa ordem) podem auxiliar na verificação do alinhamento entre os objetivos e as avaliações educacionais, assim como na orientação de atividades a serem desenvolvidas em sala de aula com objetivos educacionais”

Nas próximas páginas são apresentadas seis tabelas, sendo que, as cinco primeiras (Tabela 16 a 20) são tabelas bidimensionais individuais para cada ano de aplicação do ENEM entre 2009 a 2014. A sexta tabela (Tabela 22) apresenta os resultados agrupados de 2009 a 2014.

Tabela 16-a. Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2009 do ENEM

2009	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual	09_01	09_08				
	09_03	09_10	09_22			
	09_06	09_11				
	09_07	09_13				
Conceitual		09_04	09_33	09_21		
		09_09	09_34	09_42	09_28	
		09_16	09_41			
Procedimental			09_25			
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 16-b. Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2009 do ENEM

2009	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual	8	1				
Conceitual		6		2	1	
Procedimental			1			
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 17-a. Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2010 do ENEM

2010	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
	10_46	10_61				
Factual	10_49	10_87				
	10_57					
Conceitual		10_60	10_71			
		10_62	10_76			
		10_64	10_88		10_75	
		10_66				
Procedimental					10_86	
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 17-b. Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2010 do ENEM

2010	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual	5					
Conceitual		7		1		
Procedimental				1		
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 18-a. Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2011 do ENEM

2011	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
	11_57					
Factual	11_69	11_76				
	11_89					
	11_53	11_47	11_68			
	11_82	11_48	11_79			
Conceitual		11_51	11_87		11_49	
		11_61	11_88			
		11_64	11_90			
		11_65				
Procedimental						
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 18-b. Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2011 do ENEM

2011	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual	3	1				
Conceitual	2	11		1		
Procedimental						
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 19-a. Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2012 do ENEM

2012	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual		12_52				
	12_63	12_46	12_65			
	12_87	12_48	12_68			
Conceitual		12_51	12_75	12_56		
		12_57	12_80			
		12_62	12_81			
Procedimental				12_85		
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 19-b. Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2012 do ENEM

2012	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual		1				
Conceitual	2	10		1		
Procedimental				1		
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 20-a. Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2013 do ENEM

2013	Lembrar		Entender		Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual	13_50	13_63	13_73					
	13_60	13_80	13_84					
Conceitual			13_53	13_62				
			13_55	13_78		13_56		
			13_59	13_88				
Procedimental						13_70		
Metacognitivo								

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 20-b. Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2013 do ENEM

2013	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual	4	2				
Conceitual		6		1		
Procedimental				1		
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 21-a. Tabela bidimensional relativa aos itens da prova de 2014 do ENEM

2014	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual	14_85					
		14_47	14_71		14_61	
		14_49	14_73		14_75	
Conceitual	14_52	14_53	14_78			
		14_60	14_81			
		14_69	14_89			
Procedimental					14_74	
					14_79	
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 21-b. Tabela bidimensional com o total de itens interpolados na prova de 2014 do ENEM

2014	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual	1					
Conceitual	1	10		2		
Procedimental				2		
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 22-a. Tabela bidimensional relativa aos itens das provas de 2009 a 2014 do ENEM.

		Lembrar			Entender				Aplicar	Analisar	Avaliar
Factual	09_01	09_13	11_69								
				09_22							
	09_03	10_46	11_89								
				11_76							
	09_06	10_49	13_50								
				12_52							
	09_07	10_57	13_60								
			13_73								
09_08	10_61	13_63									
			13_84								
09_10	10_87	13_80									
09_11	11_57	14_85									
Conceitual				09_04	10_71	11_79	12_68	14_47			
				09_09	10_76	11_87	12_75	14_49	09_21		
				09_16	10_88	11_88	12_80	14_53	09_42		
		11_53		09_33	11_47	11_90	12_81	14_60	10_75		
		11_82		09_34	11_48	12_46	13_53	14_69	11_49		
		12_63		09_41	11_51	12_48	13_55	14_71	12_56		09_28
		12_87		10_60	11_61	12_51	13_59	14_73	13_56		
		14_52		10_62	11_64	12_57	13_62	14_78	14_61		
				10_64	11_65	12_62	13_78	14_81	14_75		
				10_66	11_68	12_65	13_88	14_89			
Procedimental									10_86		
									12_85		
									13_70	09_25	
									14_74		
									14_79		
Meta cognitivo											

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 22-b. Tabela bidimensional com o total de itens interpolados nas provas de 2009 a 2014 do ENEM

2009-2014	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Factual	21	5				
Conceitual	5	50	7		1	
Procedimental			5	1		
Metacognitivo						

Fonte: Elaborada pela autora

Nota-se que 80 itens, de um total de 96 analisados, enquadram-se no perfil das demandas cognitivas “lembrar” e “entender”, ligadas às dimensões do conhecimento “factual” e “conceitual”. Zoller e colaboradores (2002), em seu estudo classificaram itens *LOCS* como aqueles que requerem recordar/ lembrar informações e/ou aplicação simples de conhecimentos ou algoritmos memorizados a situações familiares e resolução de exercícios. Segundo TIKKANEM & ASKELA, 2012 *apud* Cintra e colaboradores 2016 p. 720 “pode-se considerar que as relações decorrentes das demandas cognitivas ‘Lembrar’, ‘Entender’ e ‘Aplicar’ associadas aos conhecimentos ‘Factual’, ‘Conceitual’ e ‘Procedimental’ podem dar origem a itens de baixa ordem cognitiva”.

Em contrapartida, a ligação das demandas cognitivas “Analisar”, “Avaliar” e “Criar” com os conhecimentos “Factual”, “Conceitual”, “Procedimental” e “Metacognitivo” gera itens *HOCS*. Para resolver esse tipo de item é necessário a junção de diversas habilidades e conhecimentos em contextos variados. Com base nos dados, tem-se 14 dos 96 itens com essas características, aproximadamente 14%. Desses itens, oito associaram o conhecimento conceitual com o domínio cognitivo “Analisar”. Esses itens apresentaram situações - problema nas quais o aluno precisava ler, interpretar e analisar as informações e associar com conceitos já aprendidos anteriormente.

Analisando Itens que relacionam a demanda do conhecimento procedimental com o domínio cognitivo “Analisar”, encontramos itens com

representações visuais. Segundo Cook (2006) *apud* Gaudêncio (2015) p. 27 “as representações visuais no ensino de ciências proporcionam um meio de visualização para fenômenos macroscópicos e submicroscópicos”. Os itens que apresentaram representações visuais demonstravam algum procedimento, como por exemplo, testes em tecidos animais. Segundo Cook (2006) *apud* Gaudêncio (2015) p. 27 “[...] as representações visuais podem ser utilizadas para exibir dados, organizar informações complexas e promover um entendimento comum dos fenômenos científicos [...]” assim como no exemplo acima. Esses procedimentos demandavam leitura, interpretação e a análise para entender quais os conceitos que o procedimento do item estava trazendo para o aluno.

Segundo o guia de elaboração dos itens (INEP) “interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos” e “Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica” são algumas das habilidades requeridas pela matriz do ENEM (INEP, 2020).

Finalmente, somente um item associou o conhecimento conceitual com a demanda cognitiva avaliar, o item 09_28 onde era necessário que o aluno avaliasse os pressupostos da sucessão ecológica necessários para a recuperação da mata ciliar, um item que apresentava um texto e uma tabela para o aluno avaliar e associar com conceitos prévios.

Vários autores têm pesquisado os efeitos/ impactos do ENEM desde a sua criação. Como resultado, tiveram a classificação dos itens de acordo com a taxonomia de Bloom revisada, ocorrência de 81% dos itens com baixa ordem cognitiva e que os objetos de conhecimento dos itens estão inseridos em contextos bem variados.

Silva e Abreu (2014), em seu artigo intitulado: Conteúdos de botânica em provas de ingresso ao ensino superior, analisaram o conteúdo de botânica em vários exames de ingresso para universidade, concluíram assim como nessa dissertação, que mais de 30% dos itens de biologia do ENEM apresentaram conteúdos de Ecologia. Santos e Cortelazzo (2013) no artigo: Os conteúdos de biologia celular no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, concluíram que a maioria dos itens promoveu apenas o reconhecimento de conteúdos da biologia celular, nesse sentido essa dissertação também teve como resultado que a maioria dos itens exige dos alunos operações mentais mais simples como lembrar, reconhecer. Pinheiro e colaboradores (2020) analisaram itens do ENEM que traziam algum conteúdo de parasitologia em todos os anos de aplicação do exame até 2019. Concluíram que mais de 80% dos itens apresentaram contextualização do assunto no enunciado com predomínio dos temas esquistossomose, malária e doenças de Chagas e ausência de outras doenças parasitárias importantes do ponto de vista social e econômico. Também concluímos que a maioria dos conceitos relacionados ao objeto de conhecimento “qualidade de vida das populações humanas” ficou de fora das edições do ENEM entre 2009 a 2014. As parasitoses entram exatamente nesse objeto de conhecimento. Hernandes e Martins (2013) no artigo “Categorização de questões de física do novo ENEM” concluíram que os itens de física do novo ENEM apresentaram contextos presentes no cotidiano. Concluíram também que o novo ENEM “ ao pretender ser a principal porta de entrada para o Ensino Superior no país, pode se tornar, com o seu aprimoramento, um indutor da qualidade do ensino” (HERNANDES & MARTINS, 2013 p. 81). Assim como nos resultados aqui apresentados em relação aos contextos variados apresentados pelos itens e que o ENEM possa ser um instrumento de reflexão e não apenas de um exame que mede o desempenho dos alunos.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram caracterizados 96 itens presentes nas provas do ENEM aplicadas no período de 2009 a 2014. Essa caracterização foi feita tendo como referencial a Taxonomia de Bloom Revisada, que permitiu a elaboração de uma sentença descritora para cada item. Em relação aos conteúdos (ou objetos do conhecimento) analisados foi possível verificar uma porcentagem significativa de itens, cerca de 36%, avaliando conceitos de Ecologia aplicados a contextos de poluição e preservação ambiental. Isso sugere um desequilíbrio no que diz respeito à distribuição aos conteúdos, pois a presença de um número tão alto de itens avaliando um único assunto, compromete diversidade dos conteúdos das provas.

Embriologia e Biologia molecular não foram avaliados em nenhuma das edições. O conteúdo Botânica foi negligenciado em quatro edições e zoologia em três. Genética; imunologia, fisiologia humana e saúde foram avaliados em quatro das seis edições. Por outro lado, alguns conteúdos estiveram habitualmente presentes nas provas analisadas: ecologia, evolução e biotecnologia.

Em relação a congruência entre os conteúdos (objetos de conhecimento) do ENEM e a matriz de referência, observou-se que vários objetos de conhecimento específicos não foram avaliados, mesmo considerando o conteúdo Ecologia. De acordo com o Webb (1997), em relação a categoria de alinhamento, *categorical concurrence*, podemos dizer que a concordância não foi total, pois vários temas contidos nos objetos do conhecimento de Biologia da matriz não foram contemplados pelos itens do ENEM. Pode-se inferir que houve uma congruência parcial entre a matriz e os itens. Quando foi analisada o alinhamento entre as provas e a proposta curricular do Estado de São Paulo (2008) foi observado que há conteúdos relacionados aos temas estruturadores, presentes na proposta curricular. Segundo Webb (1997), o critério de alinhamento *range of knowledge correspondance* em uma situação ideal espera-se que cada conteúdo

seja avaliado pela presença de um item do exame. Entretanto, este autor considera válido que pelo menos 50% dos conteúdos sejam contemplados no exame. Pode-se, então, validar a congruência entre o que é pedido nos itens e o currículo; pois como foi mostrado, poucos tópicos do currículo não foram abordados nos itens. Entre 2009 e 2014 podemos concluir que há uma boa congruência entre o que é pedido nos itens e o currículo de biologia do Estado de São Paulo.

O estudo das demandas cognitivas presentes mostrou uma forte ocorrência de itens avaliando os processos “lembrar” e “entender”. Foi possível observar também uma tendência de redução de ocorrência da demanda “lembrar” e um aumento de itens com a demanda “entender” no decorrer dos anos (com exceção do ano de 2013). Esses fatos sugerem que as provas aplicadas nos últimos anos analisados, passaram a apresentar itens com demandas cognitivas que implicavam na transferência de um aprendizado armazenado para um aprendizado mais ativo. Apesar dessa tendência observada, os processos “lembrar” e “entender”, são consideradas demandas de baixa ordem cognitiva. Os conhecimentos avaliados nos itens foram classificados nas dimensões do conhecimento “factual”, “conceitual” e “procedimental”. Aqui também observamos uma tendência de aumento na ocorrência de itens com a dimensão do conhecimento “conceitual”, com exceção do ano de 2013, e a redução de itens com conhecimento “factual”. Esse comportamento sugere um aumento de exigência nas provas, mesmo esses domínios sendo considerados de baixa demanda cognitiva.

Com relação ao critério de alinhamento de Webb (1997) *Depth of knowledge consistency* pode-se dizer que os itens não exigiram operações cognitivas mais complexas para serem resolvidos, demonstrando pouca congruência para essa categoria, pois segundo Webb (2007) a finalidade da utilização desta é avaliar se os itens e a matriz estão escritas no mesmo nível de complexidade cognitiva, porém observou-se uma tendência de aumento de itens

de “lembrar” para “entender”, mesmo que entender seja considerado uma baixa demanda cognitiva, mostra a preocupação dos elaboradores em exigir um pouco mais nos itens.

A análise da tabela bidimensional apontou que a maioria dos itens de biologia estão localizados em domínios com demandas de baixa ordem cognitiva (*LOCS*) (ZOLLER, 1997). Esses domínios ocorrem pela associação das demandas cognitivas lembrar, entender e aplicar aos conhecimentos factual, conceitual e em algumas situações também o conhecimento procedimental. Ainda, de acordo com a tabela bidimensional, apenas 14 de um total de 96 itens, foram classificados nos domínios associados às demandas de alta ordem cognitiva (*HOCS*). Itens alocados nesses domínios tem a associação de processos cognitivos como “Analisar”, “Avaliar” e “Criar” à conhecimentos como procedimental e conceitual. Segundo Becker (2010) embora o Brasil tenha avançado muito na coleta de dados e nos sistemas de avaliação, ainda é preciso construir mecanismos para que os resultados sejam utilizados por gestores e professores de modo a melhorar a qualidade do ensino oferecido. O diagnóstico por si só não é suficiente para mudar uma determinada situação.

Vale a pena ressaltar que a pandemia da **COVID-19 (CORONA***Virus Disease-2019)* influenciará, com certeza, nos itens a serem pedidos pelos próximos anos- A pandemia afetou a todos os setores da sociedade humana em nível global, o que com certeza refletirá nas escolhas futuras dos itens.

6. REFERÊNCIAS

AIRASIAN, Peter. W.; MIRANDA, Helena. *The role of assessment in the revised taxonomy. **Theory into Practice***, Philadelphia, v. 41, n. 4, p. 249-254, 2002.

ANDERSON, Lorin W. et. al. *A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Nova York: Addison Wesley Longman, 352p. 2001.

ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Doze motivos favoráveis à adoção do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) pelas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). *Ensaio*, v. 19, p. 107-126, 2011.

ARANHA, Maria de A. *História da Educação*. São Paulo. 2ª ed. **Moderna**, 1996.

BARDIN, Laurence. *L'Análise de contenu*. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. **Presses Universitaires de France**. Depósito Legal nº 93118/95. Edições 70 Ltda. Lisboa. 1977.

BECKER, Fernanda da Rosa. Avaliação educacional em larga escala: a experiência brasileira. *Revista Iberoamericana de Educación/ Revista Ibero-americana de Educação*. vol 53, nº 1, 2010.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Tradução: Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. **Porto**: Porto Editora, 1994.

BONAMINO, Alicia; SOUSA, Sandra Zákia. Três gerações de avaliação da educação básica no Brasil: interfaces com o currículo da/na escola. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 38, nº 2, p. 373- 388, abr./jun. 2012.

BOTO, Carlota Josefina Malta dos Reis. Ética e educação clássica: virtude e felicidade no justo meio. *Revista Educação & Sociedade*, ano XXVII, n. 76, Outubro/2001. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/pdf/es/v22n76/a08v2276.pdf> >. Acessado em: 02 set. 2020.

BRASIL, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Congresso Nacional. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF: 21 dez. 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>. Acessado em 03. Set. 2020.

BRASIL, **Ministério da Educação**. Portaria MEC Nº 438, de 28 de maio de 1998. Institui o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM. Brasília, 1998. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/diretrizes_p0178-0181_c.pdf>. Acessado em 03. Set. 2020.

BRASIL, **Ministério da Educação e do Desporto**/ Secretaria de Educação Fundamental Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. 2000. Brasília: MEC/SEF. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>>. Acessado em 03. Set. 2020.

BRASIL, **Ministério da Educação**. Secretaria de Educação Básica. Orientações curriculares para o ensino médio, vol. 2: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. 2006. Brasília: MEC. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acessado em 03. Set. 2020.

BRASIL, **Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. 2009. Matriz de Referência para o ENEM 2009. Brasília: INEP/MEC. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf>. Acessado em 03. Set. 2020.

BRASIL, **Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Guia de Elaboração e Revisão de Itens. Volume 1. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/guia-bni>>. Acessado em 03. Set. 2020.

BRASIL, **Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Portaria nº 144, de 24 de maio de 2012. Brasília: INEP/MEC, 2014. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/legislacao/2012/portaria-inep-144-certificacao.pdf>. Acessado em 04 ago. 2020.

BRASIL, **Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Prova caderno Azul- dia 01- 2014. Brasília: INEP/MEC, 2015. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2014/CAD_ENEM_2014_DIA_1_01_AZUL.pdf>. Acessado em 03. Set. 2020.

BRASIL, **Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Edital nº 14, de 21 de março de 2019- Exame Nacional do Ensino Médio- ENEM 2019- Diário Oficial da União- seção 3 no. 57- segunda-feira, 25 de março de 2019. Brasília: INEP/MEC, 2019-a. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/web/dou/-/edital-n-14-de-21-de-marco-de-2019exame-nacional-do-ensino-medio-enem-2019-68404205>>. Acessado em: 27 jul. 2020.

BRASIL, **Senado Federal**. LDB- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional 3ª edição. Atualizada até janeiro de 2019. 2019-b. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/559748/lei_de_diretrizes_e_bases_3ed.pdf>. Acessado em 04 ago. 2020.

BRASIL, **Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Inep80anos. Brasília: INEP/MEC, 2020-a. Disponível em: <<http://inep80anos.inep.gov.br/inep80anos/passado/exame-nacional-do-ensino-medio-enem-1996/92>>. Acessado em: 28/07/2020.

BRASIL, **Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. INEP- Provas e Gabaritos. 2020-b. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>>. Acessado em: 04 ago. 2020.

BRASIL, **Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Inep80anos. Brasília: INEP/MEC, 2020-c. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/matriz_referencia_novoem.pdf>. Acessado em: 28/07/2020.

BURKE, Peter. Uma história social do conhecimento - I: de Gutenberg a Diderot / Peter Burke; tradução: Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

CAMBI, Franco. História da Pedagogia. São Paulo: **Unesp**, 700pp.,1999.

CBE, **Council for Basic Education**, 2020. Disponível em: <<https://education.stateuniversity.com/pages/1888/Council-Basic-Education.html>>. Acessado em 04 ago. 2020.

CCSSO, **Council of Chief State School Officers**. 2020-a. Disponível em: <http://programs.ccsso.org/projects/surveys_of_enacted_curriculum/>. Acessado em 04 ago. 2020.

CCSSO, **Council of Chief State School Officers**. 2020-b. Disponível em: <http://programs.ccsso.org/projects/Alignment_Analysis/Models>. Acessado em 04 ago. 2020

CINTRA, Elaine Pavini *et al.* Correlação entre a matriz de referência e os itens envolvendo conceitos de Química presentes no ENEM de 2009 a 2013. **Ciênc. Educ., Bauru**, v. 22, n. 3, p. 707-725, 2016.

COELHO, Maria Inês de Matos. Vinte anos de avaliação da educação básica no Brasil: aprendizagens e desafios. **Ensaio: Aval. pol. públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 59, p. 229-258, Junho 2008.

CONDEIXA, Marília Cecília Guedes. ENEM: matriz e itens para a educação escolar. Série-Estudos. **Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB Campo Grande, MS**. n. 33, p. 77-87, jan.-jul. 2012.

COOK, Michelle Patrick. *Visual representations in science education: The influence of prior knowledge and cognitive load theory on instructional design principles*. **Science Education**, v90 p. 1073-1091, 2006.

CURTIS, Helena *et al.* *Biologia/ Biology* (Espanhol). Media **Panamericana**; 6ª Ed., 141pp., 2006

FERREIRA, Edson Martins. Análise da Abrangência da Matriz de Referência do ENEM com Relação às Habilidades Avaliadas nos Itens de Matemática Aplicados de 2009 a 2013. 63f. Dissertação (Mestrado PROFMAT) – **Instituto de Ciências Exatas - Departamento de Matemática, UnB, Brasília**, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/17321/1/2014_EdsonMartinsFerreira.pdf>. Acessado em 02. Set. 2020

FORQUIN, Jean Claude. Escola e Cultura: a sociologia do conhecimento escolar. Porto Alegre: **Artes Médicas**, p.22, 1993.

GILES, Thomas Ransom. **História da educação**. São Paulo: EPU, 1987.

GOODSON, Ivor F. A construção social do currículo. Lisboa: **Educa**, 1997.

GOODSON, Ivor F. Currículo: teoria e história. Petrópolis: **Vozes**, 1995.

GOODSON, Ivor F. O currículo em mudança: estudos na construção social do currículo. Porto: Porto editora, 2001.

GUSDORF, Georges. *Pasado, presente y futuro de la investigación interdisciplinaria*. In: **APOSTEL, Leo et al. Interdisciplinarietà y ciencias humanas**. Madrid: Tecnos; Paris: UNESCO, p. 32-52. 1983.

HORTA NETO, João Luiz. Limites e possibilidades de utilização dos resultados do SAEB na gestão do sistema público de ensino: o caso do Distrito Federal. In: I

Colóquio Ibero Americano de Política e Administração Escolar, Porto Alegre.

2007.

Disponível

em:

<http://www.ccv.ufc.br/newpage/conc/seduc2010/seduc_dir/download/avaliacao2.pdf>. acessado em 04 ago. 2020.

HUXLEY, Thomas Henry; MARTIN, Henry Newell. *A course of Practical Instruction in Elementary Biology*. New York: MacMillan, 1876.

KHALID, Abida *et al.* *English as Second Language: Alignment Perspective as Quality Improvement in Pakistan. International Journal of Humanities and Social Science*. Vol. 1 No. 20; December 2011.

KRASILCHIK, Myriam. *Prática de ensino de biologia*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

KRATHWOHL, David R. *A revision of bloom's taxonomy: an overview. Theory into Practice*, v. 41, n. 4, p. 12-235, 2002.

LAYTON, David. *Science for the people. Letter, Schools Council*, Herts File, 21 February 1973.

LOPES, Alice C. *Conhecimento Escolar: ciência e cotidiano*. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1999.

LORENS, Karl M; BARRA, Vilma M. *Produção de materiais didáticos de Ciências no Brasil, período: 1950 a 1980. Revista Ciência e Cultura*. Campinas, v.38, n.12, p. 1970-1983, Dezembro, 1986.

LUCKESI, Cipriano Carlos. *Capítulo II: Avaliação Educacional Escolar: para além do autoritarismo*. In: _____. *Avaliação da aprendizagem escolar*. 12ed. São Paulo: Cortez. p.27-47. 1998.

MACENO, Nicole Gkock *et al.* *A matriz de referência do ENEM 2009 e o desafio de recriar o currículo de química na educação básica. Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 153-159, 2011.

MANACORDA, Mario Alighiero. História da educação da antiguidade aos nossos dias. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1989.

MILLER, Ron. *Beyond Reductionism: The Emerging Holistic Paradigm in Education. The Humanistic Psychologist*, v. 18, n. 3, p. 324-323, 1990.

MORAES, Marielle Barros de; ESPINOZA, Ariel Sánchez. Teorias críticas de currículo: contribuições preliminares para repensar a formação nas ciências da informação. **11th International Conference on Information Systems and Technology Management – CONTECSI**. May, 28 to 30, 2014 - São Paulo, Brazil.

Disponível em: <http://www.contecsi.tecsi.org/index.php/contecsi/11contecsi/paper/viewFile/834/136>>. Acessado em: 03 set. 2020.

NUNES, Ruy Afonso da Costa. História da Educação na Idade Média. São Paulo: EPU, 1979.

PEIXOTO, Karla Cynthia Quintanilha da Costa; LINHARES, Marília Paixão. P. Novo Enem: o que mudou? Uma investigação dos conceitos de Física abordados no exame. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 12, 2010, Águas de Lindóia. Anais... Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Física, 2010. Disponível em: <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epef/xii/sys/resumos/T0058-1.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2020.

PEREIRA, Júlio Emílio Diniz. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. **Educação & Sociedade**, ano XX, nº 68, Dezembro/1999.

PINHEIRO, Jéssica Lima *et al.* Conteúdo de parasitologia nas provas do ENEM: uma análise de 22 anos (1998 a 2019). **Associação Brasileira de Ensino de Biologia – SBEnBio**. - vol. 13, n. 1, p. 102-119, 2020.

PINHEIRO, José de Queiroz *et al.* Painel de Especialistas e Estratégia Multimétodos: Reflexões, Exemplos, Perspectivas. **Psico**, v. 44, n. 2, pp. 184-192, abr./jun. 2013.

PINHEIRO, Nathan Carvalho; OSTERMANN, Fernanda. Uma análise comparativa das questões de Física no novo ENEM e em provas de vestibular no que se refere aos conceitos de interdisciplinaridade e de contextualização. **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)**, Águas de Lindóia/SP, 2010.

RIO DE JANEIRO, 2020. A Criação do Colégio de Pedro II. Disponível em: <http://www.multirio.rj.gov.br/historia/modulo02/criacao_pedroii.html>.

Acessado em 02.nov. 2020

ROSA, Iwana Martins Camargo. O meio ambiente como tema transversal na escola: limites e desafios. **Educativa**, Goiânia, v. 5, n. 1, p. 197-207, jan. /jun. 2002.

ROSENTHAL, Dorothy B.; BYBEE, Roger. *Emergence of the Biology Curriculum: a science of life or a science of living*. In: POPKEWITZ, T. (ed.) *The Formation of School Subjects: the Struggle for Creating in American Institution*. London: Falmer Press, (p.123-144), 1987.

SACRISTÁN, J.; PÉREZ GOMES, A. I. (Orgs). Compreender e transformar o ensino. Porto Alegre: Artmed, 3.ed., cap. 6. p.119-148. 1998.

SANTOS, Fernanda Marsaro dos. Análise de conteúdo: a visão de Laurence Bardin. Resenha de: [BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 229p.], 2011.

Revista Eletrônica de Educação. São Carlos, SP: UFSCar, v.6, no. 1, p.383-387,.

Disponível em

<<http://www.reveduc.ufscar.br/index.php/reveduc/article/view/291/156>>

Acessado em: 02 set. 2020

SANTOS, Júlio Sérgio dos; CORTELAZZO, Ângelo Luiz. Os Conteúdos de Biologia Celular no Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM. **Rev. da Avaliação da Educação Superior**, Campinas, v.18, n.3, nov. 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/aval/v18n3/05.pdf>>. Acesso em 03 set. 2020.

SÃO PAULO, **Secretaria da Educação**. Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Ensino médio, 60p., 2008

SAVIANI, D. Educação escolar, currículo e sociedade: o problema da Base Nacional Comum Curricular. **Movimento Revista de Educação**, ano 3, n. 4, p. 54-84, 2016.

SAVIANI, Dermeval. Educação: do senso comum a consciência filosófica. **Autores Associados**, Campinas – SP, 1996.

SILVA Ednalva de Sá e; ABREU Maria Carolina. Conteúdos de botânica em provas de ingresso ao ensino superior. Caderno de Pesquisa, série Biologia, Volume 25, número 3- PP77-85, 2014.

SILVA, Andressa Hennig; Fossá, Maria Ivete Trevisan. Análise de conteúdo: Exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualitas Revista Eletrônica**, vol. 17 nº1, pp. 1-14, 2015.

SILVA, Ednalva de Sá e. Avaliação dos conteúdos de botânica nos vestibulares: uma análise das provas da UESPI, UFPI e ENEM, nos anos de 2006 a 2010. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Piauí. Picos-PI, 2012.

SILVA, Tomaz Tadeu da. Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo. 3. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2013

SILVA, Vailton Afonso da; Martins, Maria Inês. Análise de questões de física do enem pela taxonomia de Bloom Revisada. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, América do Norte, vol.16, n.3, pp.189-202,2014.

SOUZA Jorge Raimundo da Trindade; BRITO Licurgo Peixoto de. Influência do Conteúdo de Química na Elaboração de Questões do Novo ENEM Associadas ao Enfoque CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Vol 18, n.2, 699–726. Agosto 2018

TIKKANEN, Greta; AKSELA, Maija. *Analysis of Finnish chemistry matriculation examination questions according to cognitive complexity*. **NorDiNa**, Oslo, v. 8, n. 3, p. 258-268, 2012.

TRAVITZKI, R. ENEM: limites e possibilidades do Exame Nacional do Ensino Médio enquanto indicador de qualidade escolar. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

TSAPARLIS, Georgius; ZOLLER, Uri. *Evaluation of higher vs. lower-order cognitive skills-type examinations in chemistry: implications for university in-class assessment and examinations*. *University Chemistry Education*, Cambridge, v. 7, n. 2, p. 50-57, 2003

WEBB, Norman Lott. *Determining Alignment of Expectations and Assessments in Mathematics and Science Education*. University of Wisconsin–Madison. **National Center for Improving Science Education Funded by the National Science Foundation**. V1, n.2, 1997.

WEBB, Norman Lott. *Issues related to judging the alignment of curriculum standards and assessments*. ***Applied Measurement in Education***, 20, 7-25, 2007.

WIEBUSCH, Eloisa Maria. Avaliação em larga escala: uma possibilidade para a melhoria da aprendizagem. Trabalho apresentado no IX ANPED SUL, p. 1-13, 2012.

Disponível em:
<<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/1599/140>>. Acessado em 04 ago. 2020

ZABALA, Antoni. *Enfoque globalizador e pensamento complexo: uma proposta para o currículo escolar*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

ZOLLER Uri *et al.* *Algorithmic and LOCS and. HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students*. ***Intrl. J. Sci.*** Ed., 24 (2), 185-203. 2002.

ZOLLER, Uri; TSAPARLIS, Georgius. *Higher and Lower-Order Cognitive Skills: The Case of Chemistry*. **Research in Science Education**, v. 27, p. 117-130, 1997.

7. ANEXOS

A tabela 23 apresenta os itens de Biologia avaliados neste trabalho e foram retiradas dos cadernos azuis do ENEM nos anos de 2009 a 2014, com os devidos gabaritos circundados em verde (BRASIL, 2015).

Tabela 23. Itens do ENEM analisados neste trabalho, por ordem numérica em cada ano

2009	2010	2011	2012	2013	2014
09_01	10_46	11_47	12_46	13_50	14_47
09_03	10_49	11_48	12_48	13_53	14_49
09_04	10_57	11_49	12_51	13_55	14_52
09_06	10_60	11_51	12_52	13_56	14_53
09_07	10_61	11_53	12_56	13_59	14_60
09_08	10_62	11_57	12_57	13_60	14_61
09_09	10_64	11_61	12_62	13_62	14_69
09_10	10_66	11_64	12_63	13_63	14_71
09_11	10_71	11_65	12_65	13_73	14_73
09_13	10_75	11_68	12_68	13_78	14_74
09_16	10_76	11_69	12_75	13_80	14_75
09_21	10_86	11_76	12_80	13_84	14_78
09_22	10_87	11_79	12_81	13_88	14_79
09_25	10_88	11_82	12_85		14_81
09_28		11_87	12_87		14_85
09_33		11_88			14_89
09_34		11_89			
09_41		11_90			
09_42					

Fonte: Elaborada pela Autora.

Os itens estão apresentados nas páginas seguintes.

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO 2009

1º dia
Caderno
1
AZUL



Prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias
Prova de Ciências Humanas e suas Tecnologias

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTE

1. Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões numeradas de 1 a 90 e distribuídas da seguinte maneira:
 - a. as questões de número 1 a 45 são relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias;
 - b. as questões de número 46 a 90 são relativas à área de Ciências Humanas e suas Tecnologias.
2. Marque no CARTÃO-RESPOSTA, no espaço apropriado, a opção correspondente à cor desta capa: 1-Azul, 2-Amarelo, 3-Branco ou 4-Preto. **ATENÇÃO:** se você assinalar mais de uma opção de cor ou deixar todos os campos em branco, sua prova não será corrigida.
3. Verifique no CARTÃO-RESPOSTA se os seus dados estão registrados corretamente. Caso haja alguma divergência, comunique-a imediatamente ao aplicador.
4. Após a conferência, escreva e assine seu nome nos espaços próprios do CARTÃO-RESPOSTA com caneta esferográfica de tinta azul ou preta.
5. Não dobre, não amasse, nem rasure o CARTÃO-RESPOSTA. Ele não poderá ser substituído.
6. Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 opções, identificadas com as letras **A**, **B**, **C**, **D** e **E**. Apenas uma responde corretamente à questão. Você deve, portanto, assinalar apenas uma opção em cada questão. A marcação de mais de uma opção anula a questão, mesmo que uma das respostas esteja correta.
7. No CARTÃO-RESPOSTA, marque, para cada questão, a letra correspondente à opção escolhida para a resposta, preenchendo todo o espaço compreendido no círculo, com caneta esferográfica de tinta azul ou preta.
8. O tempo disponível para estas provas é de **quatro horas e trinta minutos**. O participante com necessidades educacionais especiais que, por esse motivo, precise de maior tempo para a realização das provas, disporá de uma hora a mais para realizá-las, desde que tenha comunicado previamente a sua necessidade ao INEP.
9. Reserve os 30 minutos finais para marcar seu CARTÃO-RESPOSTA. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES não serão considerados na avaliação.
10. Quando terminar as provas, entregue ao aplicador este CADERNO DE QUESTÕES e o CARTÃO-RESPOSTA.
11. Você somente poderá deixar o local de prova após decorridas suas horas de início de sua aplicação. Caso permaneça na sala por, no mínimo, quatro horas após o início de prova, você poderá levar este CADERNO DE QUESTÕES.
12. Você será excluído do exame caso:
 - a. utilize, durante a realização da prova, máquinas e/ou relógios de calcular, bem como rádios, gravadores, fones de ouvido, telefones celulares ou fontes de consulta de qualquer espécie;
 - b. se ausente da sala em que se realiza a prova levando consigo o CADERNO DE QUESTÕES e/ou o CARTÃO-RESPOSTA antes do prazo estabelecido;
 - c. aja com incorreção ou descortesia para com qualquer participante do processo de aplicação das provas;
 - d. se comunique com outro participante, verbalmente, por escrito ou por qualquer outra forma;
 - e. apresente dado(s) falso(s) na sua identificação pessoal.

CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

Questões de 1 a 45



Questão 1

A atmosfera terrestre é composta pelos gases nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2), que somam cerca de 99%, e por gases traços, entre eles o gás carbônico (CO_2), vapor de água (H_2O), metano (CH_4), ozônio (O_3) e o óxido nítrico (N_2O), que compõem o restante 1% do ar que respiramos. Os gases traços, por serem constituídos por pelo menos três átomos, conseguem absorver o calor irradiado pela Terra, aquecendo o planeta. Esse fenômeno, que acontece há bilhões de anos, é chamado de efeito estufa. A partir da Revolução Industrial (século XIX), a concentração de gases traços na atmosfera, em particular o CO_2 , tem aumentado significativamente, o que resultou no aumento da temperatura em escala global. Mais recentemente, outro fator tornou-se diretamente envolvido no aumento da concentração de CO_2 na atmosfera: o desmatamento.

BROWN, I. F.; ALECHANDRE, A. S. Conceitos básicos sobre clima, carbono, florestas e comunidades. A.G. Moreira & S. Schwartzman. *As mudanças climáticas globais e os ecossistemas brasileiros*. Brasília: Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2000 (adaptado).

Considerando o texto, uma alternativa viável para combater o efeito estufa é

- A reduzir o calor irradiado pela Terra mediante a substituição da produção primária pela industrialização refrigerada.
- B promover a queima da biomassa vegetal, responsável pelo aumento do efeito estufa devido à produção de CH_4 .
- C reduzir o desmatamento, mantendo-se, assim, o potencial da vegetação em absorver o CO_2 da atmosfera.
- D aumentar a concentração atmosférica de H_2O , molécula capaz de absorver grande quantidade de calor.
- E remover moléculas orgânicas polares da atmosfera, diminuindo a capacidade delas de reter calor.

Questão 3

Estima-se que haja atualmente no mundo 40 milhões de pessoas infectadas pelo HIV (o vírus que causa a AIDS), sendo que as taxas de novas infecções continuam crescendo, principalmente na África, Ásia e Rússia. Nesse cenário de pandemia, uma vacina contra o HIV teria imenso impacto, pois salvaria milhões de vidas. Certamente seria um marco na história planetária e também uma esperança para as populações carentes de tratamento antiviral e de acompanhamento médico.

TANURI, A.; FERREIRA JUNIOR, O. C. Vacina contra Aids: desafios e esperanças. *Ciência Hoje* (44) 26, 2009 (adaptado).

Uma vacina eficiente contra o HIV deveria

- A induzir a imunidade, para proteger o organismo da contaminação viral.
- B ser capaz de alterar o genoma do organismo portador, induzindo a síntese de enzimas protetoras.
- C produzir antígenos capazes de se ligarem ao vírus, impedindo que este entre nas células do organismo humano.
- D ser amplamente aplicada em animais, visto que esses são os principais transmissores do vírus para os seres humanos.
- E estimular a imunidade, minimizando a transmissão do vírus por gotículas de saliva.

Questão 4

Em um experimento, preparou-se um conjunto de plantas por técnica de clonagem a partir de uma planta original que apresentava folhas verdes. Esse conjunto foi dividido em dois grupos, que foram tratados de maneira idêntica, com exceção das condições de iluminação, sendo um grupo exposto a ciclos de iluminação solar natural e outro mantido no escuro. Após alguns dias, observou-se que o grupo exposto à luz apresentava folhas verdes como a planta original e o grupo cultivado no escuro apresentava folhas amareladas.

Ao final do experimento, os dois grupos de plantas apresentaram

- A os genótipos e os fenótipos idênticos.
- B os genótipos idênticos e os fenótipos diferentes.
- C diferenças nos genótipos e fenótipos.
- D o mesmo fenótipo e apenas dois genótipos diferentes.
- E o mesmo fenótipo e grande variedade de genótipos.

Questão 6

O ciclo biogeoquímico do carbono compreende diversos compartimentos, entre os quais a Terra, a atmosfera e os oceanos, e diversos processos que permitem a transferência de compostos entre esses reservatórios. Os estoques de carbono armazenados na forma de recursos não renováveis, por exemplo, o petróleo, são limitados, sendo de grande relevância que se perceba a importância da substituição de combustíveis fósseis por combustíveis de fontes renováveis.

A utilização de combustíveis fósseis interfere no ciclo do carbono, pois provoca

- A aumento da porcentagem de carbono contido na Terra.
- B redução na taxa de fotossíntese dos vegetais superiores.
- C aumento da produção de carboidratos de origem vegetal.
- D aumento na quantidade de carbono presente na atmosfera.
- E redução da quantidade global de carbono armazenado nos oceanos.

Questão 7

Um novo método para produzir insulina artificial que utiliza tecnologia de DNA recombinante foi desenvolvido por pesquisadores do Departamento de Biologia Celular da Universidade de Brasília (UnB) em parceria com a iniciativa privada. Os pesquisadores modificaram geneticamente a bactéria *Escherichia coli* para torná-la capaz de sintetizar o hormônio. O processo permitiu fabricar insulina em maior quantidade e em apenas 30 dias, um terço do tempo necessário para obtê-la pelo método tradicional, que consiste na extração do hormônio a partir do pâncreas de animais abatidos.

Ciência Hoje, 24 abr. 2001. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br> (adaptado).

A produção de insulina pela técnica do DNA recombinante tem, como consequência,

- A o aperfeiçoamento do processo de extração de insulina a partir do pâncreas suíno.
- B a seleção de microrganismos resistentes a antibióticos.
- C o progresso na técnica da síntese química de hormônios.
- D impacto favorável na saúde de indivíduos diabéticos.
- E a criação de animais transgênicos.

Questão 8

A economia moderna depende da disponibilidade de muita energia em diferentes formas, para funcionar e crescer. No Brasil, o consumo total de energia pelas indústrias cresceu mais de quatro vezes no período entre 1970 e 2005. Enquanto os investimentos em energias limpas e renováveis, como solar e eólica, ainda são incipientes, ao se avaliar a possibilidade de instalação de usinas geradoras de energia elétrica, diversos fatores devem ser levados em consideração, tais como os impactos causados ao ambiente e às populações locais.

RICARDO, B.; CAMPANILI, M. Almanaque Brasil Socioambiental. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2007 (adaptado).

Em uma situação hipotética, optou-se por construir uma usina hidrelétrica em região que abrange diversas quedas d'água em rios cercados por mata, alegando-se que causaria impacto ambiental muito menor que uma usina termelétrica. Entre os possíveis impactos da instalação de uma usina hidrelétrica nessa região, inclui-se

- A a poluição da água por metais da usina.
- B a destruição do *habitat* de animais terrestres.
- C o aumento expressivo na liberação de CO₂ para a atmosfera.
- D o consumo não renovável de toda água que passa pelas turbinas.
- E o aprofundamento no leito do rio, com a menor deposição de resíduos no trecho de rio anterior à represa.

Questão 9

As mudanças climáticas e da vegetação ocorridas nos trópicos da América do Sul têm sido bem documentadas por diversos autores, existindo um grande acúmulo de evidências geológicas ou paleoclimatológicas que evidenciam essas mudanças ocorridas durante o Quaternário nessa região. Essas mudanças resultaram em restrição da distribuição das florestas pluviais, com expansões concomitantes de *habitats* não-florestais durante períodos áridos (glaciais), seguido da expansão das florestas pluviais e restrição das áreas não-florestais durante períodos úmidos (interglaciais).

Disponível em: <http://zoo.bio.ufr.br>. Acesso em: 1 maio 2009.

Durante os períodos glaciais,

- A as áreas não-florestais ficam restritas a refúgios ecológicos devido à baixa adaptabilidade de espécies não-florestais a ambientes áridos.
- B grande parte da diversidade de espécies vegetais é reduzida, uma vez que necessitam de condições semelhantes a dos períodos interglaciais.
- C a vegetação comum ao cerrado deve ter se limitado a uma pequena região do centro do Brasil, da qual se expandiu até atingir a atual distribuição.
- D plantas com adaptações ao clima árido, como o desenvolvimento de estruturas que reduzem a perda de água, devem apresentar maior área de distribuição.
- E florestas tropicais como a amazônica apresentam distribuição geográfica mais ampla, uma vez que são densas e diminuem a ação da radiação solar sobre o solo e reduzem os efeitos da aridez.

Questão 10

A fotossíntese é importante para a vida na Terra. Nos cloroplastos dos organismos fotossintetizantes, a energia solar é convertida em energia química que, juntamente com água e gás carbônico (CO₂), é utilizada para a síntese de compostos orgânicos (carboidratos). A fotossíntese é o único processo de importância biológica capaz de realizar essa conversão. Todos os organismos, incluindo os produtores, aproveitam a energia armazenada nos carboidratos para impulsionar os processos celulares, liberando CO₂ para a atmosfera e água para a célula por meio da respiração celular. Além disso, grande fração dos recursos energéticos do planeta, produzidos tanto no presente (biomassa) como em tempos remotos (combustível fóssil), é resultante da atividade fotossintética.

As informações sobre obtenção e transformação dos recursos naturais por meio dos processos vitais de fotossíntese e respiração, descritas no texto, permitem concluir que

- A o CO₂ e a água são moléculas de alto teor energético.
- B os carboidratos convertem energia solar em energia química.
- C a vida na Terra depende, em última análise, da energia proveniente do Sol.
- D o processo respiratório é responsável pela retirada de carbono da atmosfera.
- E a produção de biomassa e de combustível fóssil, por si, é responsável pelo aumento de CO₂ atmosférico.

Questão 11

Para que todos os órgãos do corpo humano funcionem em boas condições, é necessário que a temperatura do corpo fique sempre entre 36 °C e 37 °C. Para manter-se dentro dessa faixa, em dias de muito calor ou durante intensos exercícios físicos, uma série de mecanismos fisiológicos é acionada.

Pode-se citar como o principal responsável pela manutenção da temperatura corporal humana o sistema

- A digestório, pois produz enzimas que atuam na quebra de alimentos calóricos.
- B imunológico, pois suas células agem no sangue, diminuindo a condução do calor.
- C nervoso, pois promove a sudorese, que permite perda de calor por meio da evaporação da água.
- D reprodutor, pois secreta hormônios que alteram a temperatura, principalmente durante a menopausa.
- E endócrino, pois fabrica anticorpos que, por sua vez, atuam na variação do diâmetro dos vasos periféricos.

Questão 13

A abertura e a pavimentação de rodovias em zonas rurais e regiões afastadas dos centros urbanos, por um lado, possibilita melhor acesso e maior integração entre as comunidades, contribuindo com o desenvolvimento social e urbano de populações isoladas. Por outro lado, a construção de rodovias pode trazer impactos indesejáveis ao meio ambiente, visto que a abertura de estradas pode resultar na fragmentação de *habitats*, comprometendo o fluxo gênico e as interações entre espécies silvestres, além de prejudicar o fluxo natural de rios e riachos, possibilitar o ingresso de espécies exóticas em ambientes naturais e aumentar a pressão antrópica sobre os ecossistemas nativos.

BARBOSA, N. P. U.; FERNANDES, G. W. A destruição do jardim. *Scientific American Brasil*, Ano 7, número 80, dez. 2008 (adaptado).

Nesse contexto, para conciliar os interesses aparentemente contraditórios entre o progresso social e urbano e a conservação do meio ambiente, seria razoável

- A impedir a abertura e a pavimentação de rodovias em áreas rurais e em regiões preservadas, pois a qualidade de vida e as tecnologias encontradas nos centros urbanos são prescindíveis às populações rurais.
- B impedir a abertura e a pavimentação de rodovias em áreas rurais e em regiões preservadas, promovendo a migração das populações rurais para os centros urbanos, onde a qualidade de vida é melhor.
- C permitir a abertura e a pavimentação de rodovias apenas em áreas rurais produtivas, haja vista que nas demais áreas o retorno financeiro necessário para produzir uma melhoria na qualidade de vida da região não é garantido.
- D permitir a abertura e a pavimentação de rodovias, desde que comprovada a sua real necessidade e após a realização de estudos que demonstrem ser possível contornar ou compensar seus impactos ambientais.
- E permitir a abertura e a pavimentação de rodovias, haja vista que os impactos ao meio ambiente são temporários e podem ser facilmente revertidos com as tecnologias existentes para recuperação de áreas degradadas.

Questão 16

A figura seguinte representa um modelo de transmissão da informação genética nos sistemas biológicos. No fim do processo, que inclui a replicação, a transcrição e a tradução, há três formas proteicas diferentes denominadas a, b e c.



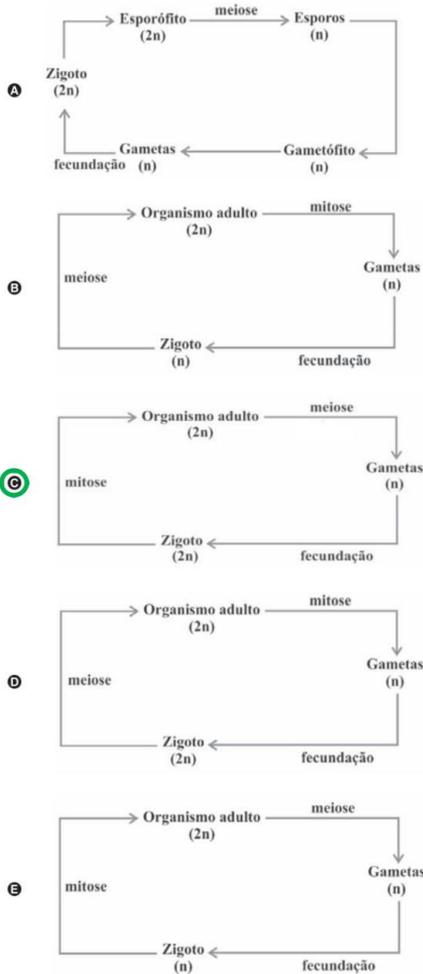
Depreende-se do modelo que

- A a única molécula que participa da produção de proteínas é o DNA.
- B o fluxo de informação genética, nos sistemas biológicos, é unidirecional.
- C as fontes de informação ativas durante o processo de transcrição são as proteínas.
- D é possível obter diferentes variantes proteicas a partir de um mesmo produto de transcrição.
- E a molécula de DNA possui forma circular e as demais moléculas possuem forma de fita simples linearizadas.

Questão 21

Os seres vivos apresentam diferentes ciclos de vida, caracterizados pelas fases nas quais gametas são produzidos e pelos processos reprodutivos que resultam na geração de novos indivíduos.

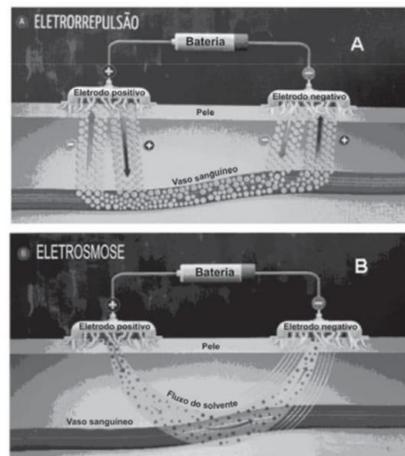
Considerando-se um modelo simplificado padrão para geração de indivíduos viáveis, a alternativa que corresponde ao observado em seres humanos é:



Disponível em: www.infoescola.com (adaptado).

Questão 22

Um medicamento, após ser ingerido, atinge a corrente sanguínea e espalha-se pelo organismo, mas, como suas moléculas “não sabem” onde é que está o problema, podem atuar em locais diferentes do local “alvo” e desencadear efeitos além daqueles desejados. Não seria perfeito se as moléculas dos medicamentos soubessem exatamente onde está o problema e fossem apenas até aquele local exercer sua ação? A técnica conhecida como iontoforese, indolor e não invasiva, promete isso. Como mostram as figuras, essa nova técnica baseia-se na aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade sobre a pele do paciente, permitindo que fármacos permeiem membranas biológicas e alcancem a corrente sanguínea, sem passar pelo estômago. Muitos pacientes relatam apenas um formigamento no local de aplicação. O objetivo da corrente elétrica é formar poros que permitam a passagem do fármaco de interesse. A corrente elétrica é distribuída por eletrodos, positivo e negativo, por meio de uma solução aplicada sobre a pele. Se a molécula do medicamento tiver carga elétrica positiva ou negativa, ao entrar em contato com o eletrodo de carga de mesmo sinal, ela será repelida e forçada a entrar na pele (eletrorrepulsão - A). Se for neutra, a molécula será forçada a entrar na pele juntamente com o fluxo de solvente fisiológico que se forma entre os eletrodos (eletrosmose - B).



GRATIERI, T.; GELFUSO, G. M.; LOPES, R. F. V. Medicação do futuro-iontoforese facilita entrada de fármacos no organismo. *Ciência Hoje*, vol 44, n° 259, maio 2009 (adaptado).

De acordo com as informações contidas no texto e nas figuras, o uso da iontoforese

- A) provoca ferimento na pele do paciente ao serem introduzidos os eletrodos, rompendo o epitélio.
- B) aumenta o risco de estresse nos pacientes, causado pela aplicação da corrente elétrica.
- C) inibe o mecanismo de ação dos medicamentos no tecido-alvo, pois estes passam a entrar por meio da pele.
- D) diminui o efeito colateral dos medicamentos, se comparados com aqueles em que a ingestão se faz por via oral.**
- E) deve ser eficaz para medicamentos constituídos de moléculas polares e ineficaz, se essas forem apolares.

Questão 25

Os planos de controle e erradicação de doenças em animais envolvem ações de profilaxia e dependem em grande medida da correta utilização e interpretação de testes diagnósticos. O quadro mostra um exemplo hipotético de aplicação de um teste diagnóstico.

resultado do teste	condição real dos animais		total
	infectado	não infectado	
positivo	45	38	83
negativo	5	912	917
total	50	950	1.000

Manual Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal – PNCEBT. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2006 (adaptado).

Considerando que, no teste diagnóstico, a sensibilidade é a probabilidade de um animal infectado ser classificado como positivo e a especificidade é a probabilidade de um animal não infectado ter resultado negativo, a interpretação do quadro permite inferir que

- A a especificidade aponta um número de 5 falsos positivos.
- B** o teste, a cada 100 indivíduos infectados, classificaria 90 como positivos.
- C o teste classificaria 96 como positivos em cada 100 indivíduos não infectados.
- D ações de profilaxia são medidas adotadas para o tratamento de falsos positivos.
- E testes de alta sensibilidade resultam em maior número de animais falsos negativos comparado a um teste de baixa sensibilidade.

Questão 28

Uma pesquisadora deseja reflorestar uma área de mata ciliar quase que totalmente desmatada. Essa formação vegetal é um tipo de floresta muito comum nas margens de rios dos cerrados no Brasil central e, em seu clímax, possui vegetação arbórea perene e apresenta dossel fechado, com pouca incidência luminosa no solo e nas plântulas. Sabe-se que a incidência de luz, a disponibilidade de nutrientes e a umidade do solo são os principais fatores do meio ambiente físico que influenciam no desenvolvimento da planta. Para testar unicamente os efeitos da variação de luz, a pesquisadora analisou, em casas de vegetação com condições controladas, o desenvolvimento de plantas de 10 espécies nativas da região desmatada sob quatro condições de luminosidade: uma sob sol pleno e as demais em diferentes níveis de sombreamento. Para cada tratamento experimental, a pesquisadora relatou se o desenvolvimento da planta foi **bom**, **razoável** ou **ruim**, de acordo com critérios específicos. Os resultados obtidos foram os seguintes:

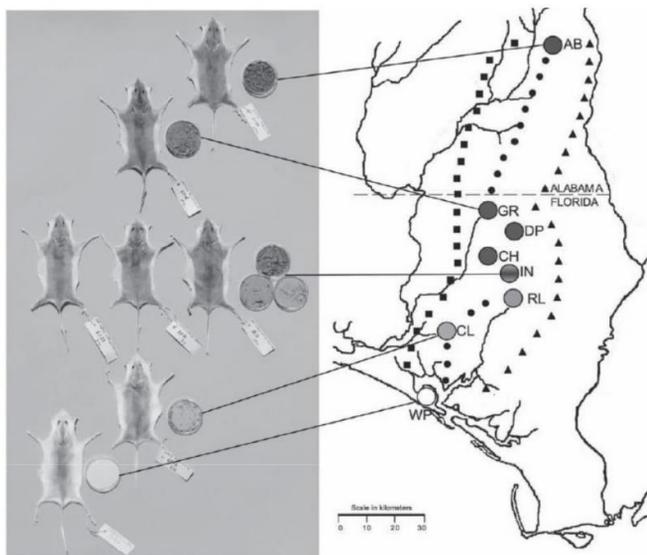
Espécie	Condição de luminosidade			
	Sol pleno	Sombreamento		
		30%	50%	90%
1	Razoável	Bom	Razoável	Ruim
2	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
3	Bom	Bom	Razoável	Ruim
4	Bom	Bom	Bom	Bom
5	Bom	Razoável	Ruim	Ruim
6	Ruim	Razoável	Bom	Bom
7	Ruim	Ruim	Ruim	Razoável
8	Ruim	Ruim	Razoável	Ruim
9	Ruim	Razoável	Bom	Bom
10	Razoável	Razoável	Razoável	Bom

Para o reflorestamento da região desmatada,

- A a espécie 8 é mais indicada que a 1, uma vez que aquela possui melhor adaptação a regiões com maior incidência de luz.
- B** recomenda-se a utilização de espécies pioneiras, isto é, aquelas que suportam alta incidência de luz, como as espécies 2, 3 e 5.
- C sugere-se o uso de espécies exóticas, pois somente essas podem suportar a alta incidência luminosa característica de regiões desmatadas.
- D espécies de comunidade clímax, como as 4 e 7, são as mais indicadas, uma vez que possuem boa capacidade de aclimação a diferentes ambientes.
- E é recomendado o uso de espécies com melhor desenvolvimento à sombra, como as plantas das espécies 4, 6, 7, 9 e 10, pois essa floresta, mesmo no estágio de degradação referido, possui dossel fechado, o que impede a entrada de luz.

Questão 33

Os ratos *Peromyscus polionotus* encontram-se distribuídos em ampla região na América do Norte. A pelagem de ratos dessa espécie varia do marrom claro até o escuro, sendo que os ratos de uma mesma população têm coloração muito semelhante. Em geral, a coloração da pelagem também é muito parecida à cor do solo da região em que se encontram, que também apresenta a mesma variação de cor, distribuída ao longo de um gradiente sul-norte. Na figura, encontram-se representadas sete diferentes populações de *P. polionotus*. Cada população é representada pela pelagem do rato, por uma amostra de solo e por sua posição geográfica no mapa.



MULLEN, L. M.; HOEKSTRA, H. E. Natural selection along an environmental gradient: a classic cline in mouse pigmentation. *Evolution*, 2008.

O mecanismo evolutivo envolvido na associação entre cores de pelagem e de substrato é

- A a alimentação, pois pigmentos de terra são absorvidos e alteram a cor da pelagem dos roedores.
- B o fluxo gênico entre as diferentes populações, que mantém constante a grande diversidade interpopulacional.
- C a seleção natural, que, nesse caso, poderia ser entendida como a sobrevivência diferenciada de indivíduos com características distintas.**
- D a mutação genética, que, em certos ambientes, como os de solo mais escuro, têm maior ocorrência e capacidade de alterar significativamente a cor da pelagem dos animais.
- E a herança de caracteres adquiridos, capacidade de organismos se adaptarem a diferentes ambientes e transmitirem suas características genéticas aos descendentes.

Questão 34

O lixo orgânico de casa – constituído de restos de verduras, frutas, legumes, cascas de ovo, aparas de grama, entre outros –, se for depositado nos lixões, pode contribuir para o aparecimento de animais e de odores indesejáveis. Entretanto, sua reciclagem gera um excelente adubo orgânico, que pode ser usado no cultivo de hortaliças, frutíferas e plantas ornamentais. A produção do adubo ou composto orgânico se dá por meio da compostagem, um processo simples que requer alguns cuidados especiais. O material que é acumulado diariamente em recipientes próprios deve ser revirado com auxílio de ferramentas adequadas, semanalmente, de forma a homogeneizá-lo. É preciso também umedecê-lo periodicamente. O material de restos de capina pode ser intercalado entre uma camada e outra de lixo da cozinha. Por meio desse método, o adubo orgânico estará pronto em aproximadamente dois a três meses.

Como usar o lixo orgânico em casa? *Ciência Hoje*, v. 42, jun. 2008 (adaptado).

Suponha que uma pessoa, desejosa de fazer seu próprio adubo orgânico, tenha seguido o procedimento descrito no texto, exceto no que se refere ao umedecimento periódico do composto. Nessa situação,

- A o processo de compostagem iria produzir intenso mau cheiro.
- B o adubo formado seria pobre em matéria orgânica que não foi transformada em composto.
- C a falta de água no composto vai impedir que microrganismos decomponham a matéria orgânica.**
- D a falta de água no composto iria elevar a temperatura da mistura, o que resultaria na perda de nutrientes essenciais.
- E apenas microrganismos que independem de oxigênio poderiam agir sobre a matéria orgânica e transformá-la em adubo.

Questão 41

Uma vítima de acidente de carro foi encontrada carbonizada devido a uma explosão. Indícios, como certos adereços de metal usados pela vítima, sugerem que a mesma seja filha de um determinado casal. Uma equipe policial de perícia teve acesso ao material biológico carbonizado da vítima, reduzido, praticamente, a fragmentos de ossos. Sabe-se que é possível obter DNA em condições para análise genética de parte do tecido interno de ossos. Os peritos necessitam escolher, entre cromossomos autossômicos, cromossomos sexuais (X e Y) ou DNAm (DNA mitocondrial), a melhor opção para identificação do parentesco da vítima com o referido casal. Sabe-se que, entre outros aspectos, o número de cópias de um mesmo cromossomo por célula maximiza a chance de se obter moléculas não degradadas pelo calor da explosão.

Com base nessas informações e tendo em vista os diferentes padrões de herança de cada fonte de DNA citada, a melhor opção para a perícia seria a utilização

- A do DNAm, transmitido ao longo da linhagem materna, pois, em cada célula humana, há várias cópias dessa molécula.
- B do cromossomo X, pois a vítima herdou duas cópias desse cromossomo, estando assim em número superior aos demais.
- C do cromossomo autossômico, pois esse cromossomo apresenta maior quantidade de material genético quando comparado aos nucleares, como, por exemplo, o DNAm.
- D do cromossomo Y, pois, em condições normais, este é transmitido integralmente do pai para toda a prole e está presente em duas cópias em células de indivíduos do sexo feminino.
- E de marcadores genéticos em cromossomos autossômicos, pois estes, além de serem transmitidos pelo pai e pela mãe, estão presentes em 44 cópias por célula, e os demais, em apenas uma.

Questão 42

O cultivo de camarões de água salgada vem se desenvolvendo muito nos últimos anos na região Nordeste do Brasil e, em algumas localidades, passou a ser a principal atividade econômica. Uma das grandes preocupações dos impactos negativos dessa atividade está relacionada à descarga, sem nenhum tipo de tratamento, dos efluentes dos viveiros diretamente no ambiente marinho, em estuários ou em manguezais. Esses efluentes possuem matéria orgânica particulada e dissolvida, amônia, nitrito, nitrato, fosfatos, partículas de sólidos em suspensão e outras substâncias que podem ser consideradas contaminantes potenciais.

CASTRO, C. B.; ARAGÃO, J. S.; COSTA-LOTUFO, L. V. Monitoramento da toxicidade de efluentes de uma fazenda de cultivo de camarão marinho. *Anais do IX Congresso Brasileiro de Ecotoxicologia*, 2006 (adaptado).

Suponha que tenha sido construída uma fazenda de carcinicultura próximo a um manguezal. Entre as perturbações ambientais causadas pela fazenda, espera-se que

- A a atividade microbiana se torne responsável pela reciclagem do fósforo orgânico excedente no ambiente marinho.
- B a relativa instabilidade das condições marinhas torne as alterações de fatores físico-químicos pouco críticas à vida no mar.
- C a amônia excedente seja convertida em nitrito, por meio do processo de nitrificação, e em nitrato, formado como produto intermediário desse processo.
- D os efluentes promovam o crescimento excessivo de plantas aquáticas devido à alta diversidade de espécies vegetais permanentes no manguezal.
- E o impedimento da penetração da luz pelas partículas em suspensão venha a comprometer a produtividade primária do ambiente marinho, que resulta da atividade metabólica do fitoplâncton.

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO
ESSA É A COR DO SEU CADERNO DE PROVAS!
MARQUE-A EM SEU CARTÃO-RESPOSTA

1º DIA
CADERNO
1
AZUL



enem
EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO
UM ENSAIO PARA A VIDA **2010**

PROVA DE CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS
PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS
LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTE

- 1** Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões numeradas de 1 a 90, dispostas da seguinte maneira:
 - a.** as questões de número 1 a 45 são relativas à área de Ciências Humanas e suas Tecnologias;
 - b.** as questões de número 46 a 90 são relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.
- 2** Marque no CARTÃO-RESPOSTA, no espaço apropriado, a opção correspondente à cor desta capa: **1-Azul; 2-Amarela; 3-Branca ou 4-Rosa**.
ATENÇÃO: se você assinalar mais de uma opção de cor ou deixar todos os campos em branco, sua prova não será corrigida.
- 3** Verifique, no CARTÃO-RESPOSTA, se os seus dados estão registrados corretamente. Caso haja alguma divergência, comunique-a imediatamente ao aplicador da sala.
- 4** Após a conferência, escreva e assine seu nome nos espaços próprios do CARTÃO-RESPOSTA com caneta esferográfica de tinta preta.
- 5** Não dobre, não amasse, nem rasure o CARTÃO-RESPOSTA. Ele não poderá ser substituído.
- 6** Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 opções, identificadas com as letras **A B C D e E**. Apenas uma responde corretamente à questão.
- 7** No CARTÃO-RESPOSTA, marque, para cada questão, a letra correspondente à opção escolhida para a resposta, preenchendo todo o espaço compreendido no círculo, com caneta esferográfica de tinta preta. Você deve, portanto, assinalar apenas uma opção em cada questão. A marcação em mais de uma opção anula a questão, mesmo que uma das respostas esteja correta.
- 8** O tempo disponível para estas provas é de **quatro horas e trinta minutos**.
- 9** Reserve os 30 minutos finais para marcar seu CARTÃO-RESPOSTA. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES não serão considerados na avaliação.
- 10** Quando terminar as provas, entregue ao aplicador este CADERNO DE QUESTÕES e o CARTÃO-RESPOSTA.
- 11** Você somente poderá deixar o local de prova após decorridas duas horas do início da sua aplicação. Caso permaneça na sala por, no mínimo, quatro horas após o início da prova, você poderá levar este CADERNO DE QUESTÕES.
- 12** Você será excluído do exame caso:
 - a.** utilize, durante a realização da prova, máquinas e/ou relógios de calcular, bem como rádios, gravadores, *headphones*, telefones celulares ou fontes de consulta de qualquer espécie;
 - b.** se ausente da sala de provas levando consigo o CADERNO DE QUESTÕES e/ou o CARTÃO-RESPOSTA antes do prazo estabelecido;
 - c.** aja com incorreção ou descortesia para com qualquer participante do processo de aplicação das provas;
 - d.** se comunique com outro participante, verbalmente, por escrito ou por qualquer outra forma;
 - e.** apresente dado(s) falso(s) na sua identificação pessoal.

INEP Ministério da Educação

Questão 46

A vacina, o soro e os antibióticos submetem os organismos a processos biológicos diferentes. Pessoas que viajam para regiões em que ocorrem altas incidências de febre amarela, de picadas de cobras peçonhentas e de leptospirose e querem evitar ou tratar problemas de saúde relacionados a essas ocorrências devem seguir determinadas orientações.

Ao procurar um posto de saúde, um viajante deveria ser orientado por um médico a tomar preventivamente ou como medida de tratamento

- A antibiótico contra o vírus da febre amarela, soro antifúngico caso seja picado por uma cobra e vacina contra a leptospirose.
- B** vacina contra o vírus da febre amarela, soro antifúngico caso seja picado por uma cobra e antibiótico caso entre em contato com a *Leptospira* sp.
- C soro contra o vírus da febre amarela, antibiótico caso seja picado por uma cobra e soro contra toxinas bacterianas.
- D antibiótico ou soro, tanto contra o vírus da febre amarela como para veneno de cobras, e vacina contra a leptospirose.
- E soro antifúngico e antibiótico contra a *Leptospira* sp e vacina contra a febre amarela caso entre em contato com o vírus causador da doença.

Questão 49

A cárie dental resulta da atividade de bactérias que degradam os açúcares e os transformam em ácidos que corroem a porção mineralizada dos dentes. O flúor, juntamente com o cálcio e um açúcar chamado xilitol, age inibindo esse processo. Quando não se escovam os dentes corretamente e neles acumulam-se restos de alimentos, as bactérias que vivem na boca aderem aos dentes, formando a placa bacteriana ou biofilme. Na placa, elas transformam o açúcar dos restos de alimentos em ácidos, que corroem o esmalte do dente formando uma cavidade, que é a cárie. Vale lembrar que a placa bacteriana se forma mesmo na ausência de ingestão de carboidratos fermentáveis, pois as bactérias possuem polissacarídeos intracelulares de reserva.

Disponível em: <http://www.diariodasaude.com.br>. Acesso em: 11 ago 2010 (adaptado).

cárie 1. destruição de um osso por corrosão progressiva.
* cárie dentária: efeito da destruição da estrutura dentária por bactérias.

HOUAISS, Antônio. *Dicionário eletrônico*. Versão 1.0. Editora Objetiva, 2001 (adaptado).

A partir da leitura do texto, que discute as causas do aparecimento de cáries, e da sua relação com as informações do dicionário, conclui-se que a cárie dental resulta, principalmente, de

- A falta de flúor e de cálcio na alimentação diária da população brasileira.
- B consumo exagerado do xilitol, um açúcar, na dieta alimentar diária do indivíduo.
- C redução na proliferação bacteriana quando a saliva é desbalanceada pela má alimentação.
- D uso exagerado do flúor, um agente que em alta quantidade torna-se tóxico à formação dos dentes.
- E** consumo excessivo de açúcares na alimentação e má higienização bucal, que contribuem para a proliferação de bactérias.

Questão 57

O despejo de dejetos de esgotos domésticos e industriais vem causando sérios problemas aos rios brasileiros. Esses poluentes são ricos em substâncias que contribuem para a eutrofização de ecossistemas, que é um enriquecimento da água por nutrientes, o que provoca um grande crescimento bacteriano e, por fim, pode promover escassez de oxigênio.

Uma maneira de evitar a diminuição da concentração de oxigênio no ambiente é:

- A Aquecer as águas dos rios para aumentar a velocidade de decomposição dos dejetos.
- B** Retirar do esgoto os materiais ricos em nutrientes para diminuir a sua concentração nos rios.
- C Adicionar bactérias anaeróbicas às águas dos rios para que elas sobrevivam mesmo sem o oxigênio.
- D Substituir produtos não degradáveis por biodegradáveis para que as bactérias possam utilizar os nutrientes.
- E Aumentar a solubilidade dos dejetos no esgoto para que os nutrientes fiquem mais acessíveis às bactérias.

Questão 60

A lavoura arrozeira na planície costeira da região sul do Brasil comumente sofre perdas elevadas devido à salinização da água de irrigação, que ocasiona prejuízos diretos, como a redução de produção da lavoura. Solos com processo de salinização avançado não são indicados, por exemplo, para o cultivo de arroz. As plantas retiram a água do solo quando as forças de embebição dos tecidos das raízes são superiores às forças com que a água é retida no solo.

WINKEL, H.L.; TSCHIEDEL, M. *Cultura do arroz: salinização de solos em cultivos de arroz*. Disponível em: <http://agropage.fnpod.com/saliniza.html>. Acesso em: 25 jun. 2010 (adaptado).

A presença de sais na solução do solo faz com que seja dificultada a absorção de água pelas plantas, o que provoca o fenômeno conhecido por seca fisiológica, caracterizado pelo(a)

- A** aumento da salinidade, em que a água do solo atinge uma concentração de sais maior que a das células das raízes das plantas, impedindo, assim, que a água seja absorvida.
- B aumento da salinidade, em que o solo atinge um nível muito baixo de água, e as plantas não têm força de sucção para absorver a água.
- C diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, fazendo com que a água não seja absorvida.
- D aumento da salinidade, que atinge um nível em que as plantas não têm força de sucção, não tendo força de sucção para superá-la.
- E diminuição da salinidade, que atinge um nível em que as plantas ficam túrgidas e não têm força de sucção para superá-la.

Questão 61

No ano de 2000, um vazamento em dutos de óleo na baía de Guanabara (RJ) causou um dos maiores acidentes ambientais do Brasil. Além de afetar a fauna e a flora, o acidente abalou o equilíbrio da cadeia alimentar de toda a baía. O petróleo forma uma película na superfície da água, o que prejudica as trocas gasosas da atmosfera com a água e desfavorece a realização de fotossíntese pelas algas, que estão na base da cadeia alimentar hídrica. Além disso, o derramamento de óleo contribuiu para o envenenamento das árvores e, conseqüentemente, para a intoxicação da fauna e flora aquáticas, bem como conduziu à morte diversas espécies de animais, entre outras formas de vida, afetando também a atividade pesqueira.

LAUBIER, L. Diversidade da Maré Negra. In: *Scientific American Brasil*. 4(39), ago. 2005 (adaptado).

A situação exposta no texto e suas implicações

- A indicam a independência da espécie humana com relação ao ambiente marinho.
- B alertam para a necessidade do controle da poluição ambiental para redução do efeito estufa.
- C** ilustram a interdependência das diversas formas de vida (animal, vegetal e outras) e o seu habitat.
- D indicam a alta resistência do meio ambiente à ação do homem, além de evidenciar a sua sustentabilidade mesmo em condições extremas de poluição.
- E evidenciam a grande capacidade animal de se adaptar às mudanças ambientais, em contraste com a baixa capacidade das espécies vegetais, que estão na base da cadeia alimentar hídrica.

Questão 62

Para explicar a absorção de nutrientes, bem como a função das microvilosidades das membranas das células que revestem as paredes internas do intestino delgado, um estudante realizou o seguinte experimento: Colocou 200 ml de água em dois recipientes. No primeiro recipiente, mergulhou, por 5 segundos, um pedaço de papel liso, como na FIGURA 1; no segundo recipiente, fez o mesmo com um pedaço de papel com dobras simulando as microvilosidades, conforme FIGURA 2. Os dados obtidos foram: a quantidade de água absorvida pelo papel liso foi de 8 ml, enquanto pelo papel dobrado foi de 12 ml.

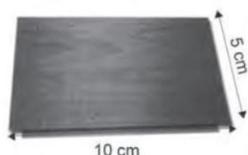


FIGURA 1

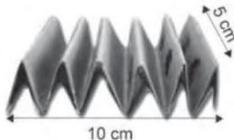


FIGURA 2

Com base nos dados obtidos, infere-se que a função das microvilosidades intestinais com relação à absorção de nutrientes pelas células das paredes internas do intestino é a de

- A manter o volume de absorção.
- B** aumentar a superfície de absorção.
- C diminuir a velocidade de absorção.
- D aumentar o tempo de absorção.
- E manter a seletividade na absorção.

Questão 64

Alguns anfíbios e répteis são adaptados à vida subterrânea. Nessa situação, apresentam algumas características corporais como, por exemplo, ausência de patas, corpo anelado que facilita o deslocamento no subsolo e, em alguns casos, ausência de olhos. Suponha que um biólogo tentasse explicar a origem das adaptações mencionadas no texto utilizando conceitos da teoria evolutiva de Lamarck. Ao adotar esse ponto de vista, ele diria que

- A as características citadas no texto foram originadas pela seleção natural.
- B** a ausência de olhos teria sido causada pela falta de uso dos mesmos, segundo a lei do uso e desuso.
- C o corpo anelado é uma característica fortemente adaptativa, mas seria transmitida apenas à primeira geração de descendentes.
- D as patas teriam sido perdidas pela falta de uso e, em seguida, essa característica foi incorporada ao patrimônio genético e então transmitidas aos descendentes.
- E as características citadas no texto foram adquiridas por meio de mutações e depois, ao longo do tempo, foram selecionadas por serem mais adaptadas ao ambiente em que os organismos se encontram.

Questão 66

Um ambiente capaz de asfixiar todos os animais conhecidos do planeta foi colonizado por pelo menos três espécies diferentes de invertebrados marinhos. Descobertos a mais de 3 000 m de profundidade no Mediterrâneo, eles são os primeiros membros do reino animal a prosperar mesmo diante da ausência total de oxigênio. Até agora, achava-se que só bactérias pudessem ter esse estilo de vida. Não admira que os bichos pertençam a um grupo pouco conhecido, o dos loricíferos, que mal chegam a 1,0 mm. Apesar do tamanho, possuem cabeça, boca, sistema digestivo e uma carapaça. A adaptação dos bichos à vida no sufoco é tão profunda que suas células dispensaram as chamadas mitocôndrias.

LOPES, R. J. *Italianos descobrem animal que vive em água sem oxigênio*. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 10 abr. 2010 (adaptado).

Que substâncias poderiam ter a mesma função do O_2 na respiração celular realizada pelos loricíferos?

- A S e CH_4
- B** S e NO_3^-
- C H_2 e NO_3^-
- D CO_2 e CH_4
- E H_2 e CO_2

Questão 71

O uso prolongado de lentes de contato, sobretudo durante a noite, aliado a condições precárias de higiene representam fatores de risco para o aparecimento de uma infecção denominada ceratite microbiana, que causa ulceração inflamatória da córnea. Para interromper o processo da doença, é necessário tratamento antibiótico. De modo geral, os fatores de risco provocam a diminuição da oxigenação corneana e determinam mudanças no seu metabolismo, de um estado aeróbico para anaeróbico. Como decorrência, observa-se a diminuição no número e na velocidade de mitoses do epitélio, o que predispõe ao aparecimento de defeitos epiteliais e à invasão bacteriana.

CRESTA, F. Lente de contato e infecção ocular. *Revista Sinopse de Oftalmologia*. São Paulo: Moreira Jr., v.04, n.04, 2002 (adaptado).

A instalação das bactérias e o avanço do processo infeccioso na córnea estão relacionados a algumas características gerais desses microrganismos, tais como:

- A A grande capacidade de adaptação, considerando as constantes mudanças no ambiente em que se reproduzem e o processo aeróbico como a melhor opção desses microrganismos para a obtenção de energia.
- B A grande capacidade de sofrer mutações, aumentando a probabilidade do aparecimento de formas resistentes e o processo anaeróbico da fermentação como a principal via de obtenção de energia.
- C A diversidade morfológica entre as bactérias, aumentando a variedade de tipos de agentes infecciosos e a nutrição heterotrófica, como forma de esses microrganismos obterem matéria-prima e energia.
- D O alto poder de reprodução, aumentando a variabilidade genética dos milhares de indivíduos e a nutrição heterotrófica, como única forma de obtenção de matéria-prima e energia desses microrganismos.
- E O alto poder de reprodução, originando milhares de descendentes geneticamente idênticos entre si e a diversidade metabólica, considerando processos aeróbicos e anaeróbicos para a obtenção de energia.

Questão 76

Investigadores das Universidades de Oxford e da Califórnia desenvolveram uma variedade de *Aedes aegypti* geneticamente modificada que é candidata para uso na busca de redução na transmissão do vírus da dengue. Nessa nova variedade de mosquito, as fêmeas não conseguem voar devido à interrupção do desenvolvimento do músculo das asas. A modificação genética introduzida é um gene dominante condicional, isso é, o gene tem expressão dominante (basta apenas uma cópia do alelo) e este só atua nas fêmeas.

FU, G. et al. Female-specific flightless phenotype for mosquito control. *PNAS* 107 (10): 4550-4554, 2010.

Prevê-se, porém, que a utilização dessa variedade de *Aedes aegypti* demore ainda anos para ser implementada, pois há demanda de muitos estudos com relação ao impacto ambiental. A liberação de machos de *Aedes aegypti* dessa variedade geneticamente modificada reduziria o número de casos de dengue em uma determinada região porque

- A diminuiria o sucesso reprodutivo desses machos transgênicos.
- B restringiria a área geográfica de voo dessa espécie de mosquito.
- C dificultaria a contaminação e reprodução do vetor natural da doença.
- D tornaria o mosquito menos resistente ao agente etiológico da doença.
- E dificultaria a obtenção de alimentos pelos machos geneticamente modificados.

Questão 75

Dois pesquisadores percorreram os trajetos marcados no mapa. A tarefa deles foi analisar os ecossistemas e, encontrando problemas, relatar e propor medidas de recuperação. A seguir, são reproduzidos trechos aleatórios extraídos dos relatórios desses dois pesquisadores.

Trechos aleatórios extraídos do relatório do pesquisador P₁:

- I. "Por causa da diminuição drástica das espécies vegetais deste ecossistema, como os pinheiros, a gralha azul também está em processo de extinção".
- II. "As árvores de troncos tortuosos e cascas grossas que predominam nesse ecossistema estão sendo utilizadas em carvoarias".

Trechos aleatórios extraídos do relatório do pesquisador P₂:

- III. "Das palmeiras que predominam nesta região podem ser extraídas substâncias importantes para a economia regional".
- IV. "Apesar da aridez desta região, em que encontramos muitas plantas espinhosas, não se pode desprezar a sua biodiversidade."

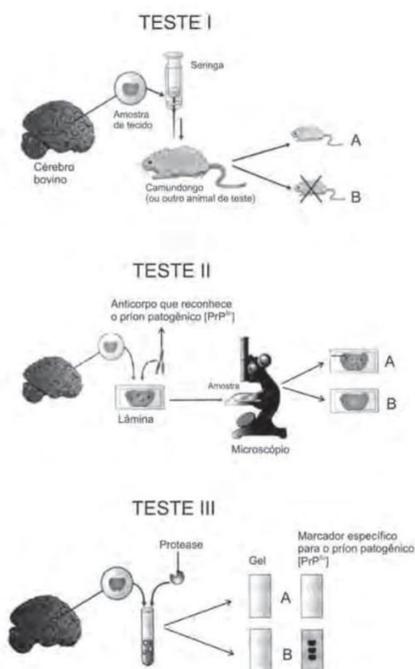
Ecossistemas brasileiros: mapa da distribuição dos ecossistemas. Disponível em: <http://educacao.uol.com.br/ciencias/ul11686u52.jhtm>. Acesso em: 20 abr. 2010 (adaptado).

Os trechos I, II, III e IV referem-se, pela ordem, aos seguintes ecossistemas:

- A Caatinga, Cerrado, Zona dos cocais e Floresta Amazônica.
- B Mata de Araucárias, Cerrado, Zona dos cocais e Caatinga.
- C Manguezais, Zona dos cocais, Cerrado e Mata Atlântica.
- D Floresta Amazônica, Cerrado, Mata Atlântica e Pampas.
- E Mata Atlântica, Cerrado, Zona dos cocais e Pantanal.

Questão 86

Três dos quatro tipos de testes atualmente empregados para a detecção de príons patogênicos em tecidos cerebrais de gado morto são mostrados nas figuras a seguir. Uma vez identificado um animal morto infectado, funcionários das agências de saúde pública e fazendeiros podem removê-lo do suprimento alimentar ou rastrear os alimentos infectados que o animal possa ter consumido.



Legenda : PrP^{Sc} – proteínas do Prion

Scientific American. Brasil, ago. 2004 (adaptado).

Analisando os testes I, II e III, para a detecção de príons patogênicos, identifique as condições em que os resultados foram positivos para a presença de príons nos três testes:

- A Animal A, lâmina B e gel A.
- B Animal A, lâmina A e gel B.
- C Animal B, lâmina A e gel B.**
- D Animal B, lâmina B e gel A.
- E Animal A, lâmina B e gel B.

Questão 87

De 15% a 20% da área de um canavial precisa ser renovada anualmente. Entre o período de corte e o de plantação de novas canas, os produtores estão optando por plantar leguminosas, pois elas fixam nitrogênio no solo, um adubo natural para a cana. Essa opção de rotação é agronomicamente favorável, de forma que municípios canavieiros são hoje grandes produtores de soja, amendoim e feijão.

As encruzilhadas da fome. *Planeta*. São Paulo, ano 36, n°. 430, jul. 2008 (adaptado).

A rotação de culturas citada no texto pode beneficiar economicamente os produtores de cana porque

- A a decomposição da cobertura morta dessas culturas resulta em economia na aquisição de adubos industrializados.
- B o plantio de cana-de-açúcar propicia um solo mais adequado para o cultivo posterior da soja, do amendoim e do feijão.
- C as leguminosas absorvem do solo elementos químicos diferentes dos absorvidos pela cana, restabelecendo o equilíbrio do solo.
- D a queima dos restos vegetais do cultivo da cana-de-açúcar transforma-se em cinzas, sendo reincorporadas ao solo, o que gera economia na aquisição de adubo.
- E a soja, o amendoim e o feijão, além de possibilitarem a incorporação ao solo de determinadas moléculas disponíveis na atmosfera, são grãos comercializados no mercado produtivo.**

Questão 88

Diversos comportamentos e funções fisiológicas do nosso corpo são periódicos, sendo assim, são classificados como ritmo biológico. Quando o ritmo biológico responde a um período aproximado de 24 horas, ele é denominado ritmo circadiano. Esse ritmo diário é mantido pelas pistas ambientais de claro-escuro e determina comportamentos como o ciclo do sono-vigília e o da alimentação. Uma pessoa, em condições normais, acorda às 8 h e vai dormir às 21 h, mantendo seu ciclo de sono dentro do ritmo dia e noite. Imagine que essa mesma pessoa tenha sido mantida numa sala totalmente escura por mais de quinze dias. Ao sair de lá, ela dormia às 18 h e acordava às 3 h da manhã. Além disso, dormia mais vezes durante o dia, por curtos períodos de tempo, e havia perdido a noção da contagem dos dias, pois, quando saiu, achou que havia passado muito mais tempo no escuro.

BRANDÃO, M. L. *Psicofisiologia*. São Paulo: Atheneu, 2000 (adaptado).

Questão 87

De 15% a 20% da área de um canavial precisa ser renovada anualmente. Entre o período de corte e o de plantação de novas canas, os produtores estão optando por plantar leguminosas, pois elas fixam nitrogênio no solo, um adubo natural para a cana. Essa opção de rotação é agronomicamente favorável, de forma que municípios canavieiros são hoje grandes produtores de soja, amendoim e feijão.

As encruzilhadas da fome. *Planeta*. São Paulo, ano 36, n.º. 430, jul. 2008 (adaptado).

A rotação de culturas citada no texto pode beneficiar economicamente os produtores de cana porque

- A a decomposição da cobertura morta dessas culturas resulta em economia na aquisição de adubos industrializados.
- B o plantio de cana-de-açúcar propicia um solo mais adequado para o cultivo posterior da soja, do amendoim e do feijão.
- C as leguminosas absorvem do solo elementos químicos diferentes dos absorvidos pela cana, restabelecendo o equilíbrio do solo.
- D a queima dos restos vegetais do cultivo da cana-de-açúcar transforma-se em cinzas, sendo reincorporadas ao solo, o que gera economia na aquisição de adubo.
- E a soja, o amendoim e o feijão, além de possibilitarem a incorporação ao solo de determinadas moléculas disponíveis na atmosfera, são grãos comercializados no mercado produtivo.

Questão 88

Diversos comportamentos e funções fisiológicas do nosso corpo são periódicos, sendo assim, são classificados como ritmo biológico. Quando o ritmo biológico responde a um período aproximado de 24 horas, ele é denominado ritmo circadiano. Esse ritmo diário é mantido pelas pistas ambientais de claro-escuro e determina comportamentos como o ciclo do sono-vigília e o da alimentação. Uma pessoa, em condições normais, acorda às 8 h e vai dormir às 21 h, mantendo seu ciclo de sono dentro do ritmo dia e noite. Imagine que essa mesma pessoa tenha sido mantida numa sala totalmente escura por mais de quinze dias. Ao sair de lá, ela dormia às 18 h e acordava às 3 h da manhã. Além disso, dormia mais vezes durante o dia, por curtos períodos de tempo, e havia perdido a noção da contagem dos dias, pois, quando saiu, achou que havia passado muito mais tempo no escuro.

BRANDÃO, M. L. *Psicofisiologia*. São Paulo: Atheneu, 2000 (adaptado).

Em função das características observadas, conclui-se que a pessoa

- A apresentou aumento do seu período de sono contínuo e passou a dormir durante o dia, pois seu ritmo biológico foi alterado apenas no período noturno.
- B apresentou pouca alteração do seu ritmo circadiano, sendo que sua noção de tempo foi alterada somente pela sua falta de atenção à passagem do tempo.
- C estava com seu ritmo já alterado antes de entrar na sala, o que significa que apenas progrediu para um estado mais avançado de perda do ritmo biológico no escuro.
- D teve seu ritmo biológico alterado devido à ausência de luz e de contato com o mundo externo, no qual a noção de tempo de um dia é modulada pela presença ou ausência do sol.
- E deveria não ter apresentado nenhuma mudança do seu período de sono porque, na realidade, continua com o seu ritmo normal, independentemente do ambiente em que seja colocada.

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

A COR DO SEU CADERNO DE QUESTÕES É AZUL.
MARQUE-A EM SEU CARTÃO-RESPOSTA



1º DIA
CADERNO
1 AZUL

PROVA DE CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTES

- Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões numeradas de 1 a 90, dispostas da seguinte maneira:
 - as questões de número 1 a 45 são relativas à área de Ciências Humanas e suas Tecnologias;
 - as questões de número 46 a 90 são relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.
- Confira se o seu CADERNO DE QUESTÕES contém a quantidade de questões e se essas questões estão na ordem mencionada na instrução anterior. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito ou apresente divergência, comunique ao aplicador da sala para que ele tome as providências cabíveis.
- Verifique, no CARTÃO-RESPOSTA, se os seus dados estão registrados corretamente. Caso haja alguma divergência, comunique-a imediatamente ao aplicador da sala.
- ATENÇÃO:** após a conferência, escreva e assine seu nome nos espaços próprios do CARTÃO-RESPOSTA com caneta esferográfica de tinta preta.
- ATENÇÃO:** transcreva no espaço apropriado do seu CARTÃO-RESPOSTA, com sua caligrafia usual, considerando as letras maiúsculas e minúsculas, a seguinte frase:

Um dia de chuva é tão belo como um dia de sol.
- Marque no CARTÃO-RESPOSTA, no espaço apropriado, a opção correspondente à cor desta capa. **ATENÇÃO:** se você assinalar mais de uma opção de cor ou deixar todos os campos em branco, sua prova não será corrigida.
- Não dobre, não amasse nem rasure o CARTÃO-RESPOSTA, pois ele não poderá ser substituído.
- Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 opções identificadas com as letras **A**, **B**, **C**, **D** e **E**. Apenas uma responde corretamente à questão.
- No CARTÃO-RESPOSTA, preencha todo o espaço compreendido no círculo correspondente à opção escolhida para a resposta. A marcação em mais de uma opção anula a questão, mesmo que uma das respostas esteja correta.
- O tempo disponível para estas provas é de **quatro horas e trinta minutos**.
- Reserve os 30 minutos finais para marcar seu CARTÃO-RESPOSTA. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES não serão considerados na avaliação.
- Quando terminar as provas, acene para chamar o aplicador e entregue este CADERNO DE QUESTÕES e o CARTÃO-RESPOSTA.
- Você poderá deixar o local de prova somente após decorridas duas horas do início da aplicação e poderá levar seu CADERNO DE QUESTÕES ao deixar em definitivo a sala de provas nos últimos 30 minutos que antecedem o término da prova.
- Você será excluído do exame no caso de:
 - prestar, em qualquer documento, declaração falsa ou inexata;
 - agir com incorreção ou descortesia para com qualquer participante ou pessoa envolvida no processo de aplicação das provas;
 - perturbar, de qualquer modo, a ordem no local de aplicação das provas, incorrendo em comportamento indevido durante a realização do Exame;
 - se comunicar, durante as provas, com outro participante verbalmente, por escrito ou por qualquer outra forma;
 - utilizar qualquer tipo de equipamento eletrônico e de comunicação durante a realização do Exame;
 - utilizar ou tentar utilizar meio fraudulento, em benefício próprio ou de terceiros, em qualquer etapa do Exame;
 - utilizar livros, notas ou impressos durante a realização do Exame;
 - se ausentar da sala de provas levando consigo o CADERNO DE QUESTÕES antes do prazo estabelecido e/ou o CARTÃO-RESPOSTA a qualquer tempo.



INEP

Ministério da Educação



CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

QUESTÃO 47

Os personagens da figura estão representando uma situação hipotética de cadeia alimentar.



Disponível em: <http://www.cienciasgaspar.blogspot.com>.

Suponha que, em cena anterior à apresentada, o homem tenha se alimentado de frutas e grãos que conseguiu coletar. Na hipótese de, nas próximas cenas, o tigre ser bem-sucedido e, posteriormente, servir de alimento aos abutres, tigre e abutres ocuparão, respectivamente, os níveis tróficos de

- A produtor e consumidor primário.
- B consumidor primário e consumidor secundário.
- C consumidor secundário e consumidor terciário.**
- D consumidor terciário e produtor.
- E consumidor secundário e consumidor primário.

QUESTÃO 48

A produção de soro antiofídico é feita por meio da extração da peçonha de serpentes que, após tratamento, é introduzida em um cavalo. Em seguida são feitas sangrias para avaliar a concentração de anticorpos produzidos pelo cavalo. Quando essa concentração atinge o valor desejado, é realizada a sangria final para obtenção do soro. As hemácias são devolvidas ao animal, por meio de uma técnica denominada plasmaferese, a fim de reduzir os efeitos colaterais provocados pela sangria.

Disponível em: <http://www.infobibos.com>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

A plasmaferese é importante, pois, se o animal ficar com uma baixa quantidade de hemácias, poderá apresentar

- A febre alta e constante.
- B redução de imunidade.
- C aumento da pressão arterial.
- D quadro de leucemia profunda.
- E problemas no transporte de oxigênio.**

QUESTÃO 49

Um paciente deu entrada em um pronto-socorro apresentando os seguintes sintomas: cansaço, dificuldade em respirar e sangramento nasal. O médico solicitou um hemograma ao paciente para definir um diagnóstico. Os resultados estão dispostos na tabela:

Constituinte	Número normal	Paciente
Glóbulos vermelhos	4,8 milhões/mm ³	4 milhões/mm ³
Glóbulos brancos	(5 000 – 10 000)/mm ³	9 000/mm ³
Plaquetas	(250 000 – 400 000)/mm ³	200 000/mm ³

TORTORA, G. J. *Corpo Humano*: fundamentos de anatomia e fisiologia. Porto Alegre: Artmed, 2000 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados pelo paciente com os resultados de seu hemograma, constata-se que

- A** o sangramento nasal é devido à baixa quantidade de plaquetas, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- B o cansaço ocorreu em função da quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pela coagulação sanguínea.
- C a dificuldade respiratória decorreu da baixa quantidade de glóbulos vermelhos, que são responsáveis pela defesa imunológica.
- D o sangramento nasal é decorrente da baixa quantidade de glóbulos brancos, que são responsáveis pelo transporte de gases no sangue.
- E a dificuldade respiratória ocorreu pela quantidade de plaquetas, que são responsáveis pelo transporte de oxigênio no sangue.

QUESTÃO 51

Para evitar o desmatamento da Mata Atlântica nos arredores da cidade de Amargosa, no Recôncavo da Bahia, o Ibama tem atuado no sentido de fiscalizar, entre outras, as pequenas propriedades rurais que dependem da lenha proveniente das matas para a produção da farinha de mandioca, produto típico da região. Com isso, pequenos produtores procuram alternativas como o gás de cozinha, o que encarece a farinha.

Uma alternativa viável, em curto prazo, para os produtores de farinha em Amargosa, que não cause danos à Mata Atlântica nem encareça o produto é a

- A construção, nas pequenas propriedades, de grandes fornos elétricos para torrar a mandioca.
- B plantação, em suas propriedades, de árvores para serem utilizadas na produção de lenha.
- C permissão, por parte do Ibama, da exploração da Mata Atlântica apenas pelos pequenos produtores.
- D** construção de biodigestores, para a produção de gás combustível a partir de resíduos orgânicos da região.
- E coleta de carvão de regiões mais distantes, onde existe menor intensidade de fiscalização do Ibama.

QUESTÃO 53

O vírus do papiloma humano (HPV, na sigla em inglês) causa o aparecimento de verrugas e infecção persistente, sendo o principal fator ambiental do câncer de colo de útero nas mulheres. O vírus pode entrar pela pele ou por mucosas do corpo, o qual desenvolve anticorpos contra a ameaça, embora em alguns casos a defesa natural do organismo não seja suficiente. Foi desenvolvida uma vacina contra o HPV, que reduz em até 90% as verrugas e 85,6% dos casos de infecção persistente em comparação com pessoas não vacinadas.

Disponível em: <http://g1.globo.com>. Acesso em: 12 jun. 2011.

O benefício da utilização dessa vacina é que pessoas vacinadas, em comparação com as não vacinadas, apresentam diferentes respostas ao vírus HPV em decorrência da

- A alta concentração de macrófagos.
- B elevada taxa de anticorpos específicos anti-HPV circulantes.
- C aumento na produção de hemácias após a infecção por vírus HPV.
- D rapidez na produção de altas concentrações de linfócitos matadores.
- E presença de células de memória que atuam na resposta secundária.

QUESTÃO 57

O controle biológico, técnica empregada no combate a espécies que causam danos e prejuízos aos seres humanos, é utilizado no combate à lagarta que se alimenta de folhas de algodoeiro. Algumas espécies de borboleta depositam seus ovos nessa cultura. A microvespa *Trichogramma sp.* introduz seus ovos nos ovos de outros insetos, incluindo os das borboletas em questão. Os embriões da vespa se alimentam do conteúdo desses ovos e impedem que as larvas de borboleta se desenvolvam. Assim, é possível reduzir a densidade populacional das borboletas até níveis que não prejudiquem a cultura.

A técnica de controle biológico realizado pela microvespa *Trichogramma sp.* consiste na

- A introdução de um parasita no ambiente da espécie que se deseja combater.
- B introdução de um gene letal nas borboletas, a fim de diminuir o número de indivíduos.
- C competição entre a borboleta e a microvespa para a obtenção de recursos.
- D modificação do ambiente para selecionar indivíduos melhor adaptados.
- E aplicação de inseticidas a fim de diminuir o número de indivíduos que se deseja combater.

QUESTÃO 61

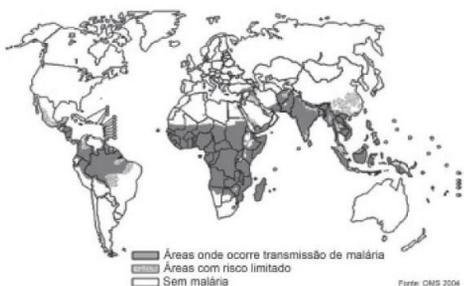
Nos dias de hoje, podemos dizer que praticamente todos os seres humanos já ouviram em algum momento falar sobre o DNA e seu papel na hereditariedade da maioria dos organismos. Porém, foi apenas em 1952, um ano antes da descrição do modelo do DNA em dupla hélice por Watson e Crick, que foi confirmado sem sombra de dúvidas que o DNA é material genético. No artigo em que Watson e Crick descreveram a molécula de DNA, eles sugeriram um modelo de como essa molécula deveria se replicar. Em 1958, Meselson e Stahl realizaram experimentos utilizando isótopos pesados de hidrogênio que foram incorporados às bases nitrogenadas para avaliar como se daria a replicação da molécula. A partir dos resultados, confirmaram o modelo sugerido por Watson e Crick, que tinha como premissa básica o rompimento das pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas.

GRIFFITHS, A. J. F. *et al.* **Introdução à Genética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

Considerando a estrutura da molécula de DNA e a posição das pontes de hidrogênio na mesma, os experimentos realizados por Meselson e Stahl a respeito da replicação dessa molécula levaram à conclusão de que

- A a replicação do DNA é conservativa, isto é, a fita dupla filha é recém-sintetizada e o filamento parental é conservado.
- B a replicação de DNA é dispersiva, isto é, as fitas filhas contêm DNA recém-sintetizado e parentais em cada uma das fitas.
- C a replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita parental e uma recém-sintetizada.
- D a replicação do DNA é conservativa, isto é, as fitas filhas consistem de moléculas de DNA parental.
- E a replicação é semiconservativa, isto é, as fitas filhas consistem de uma fita molde e uma fita codificadora.

QUESTÃO 64



Disponível em: www.anvisa.gov.br.

O mapa mostra a área de ocorrência da malária no mundo. Considerando-se sua distribuição na América do Sul, a malária pode ser classificada como

- A endemia, pois se concentra em uma área geográfica restrita desse continente.
- B peste, já que ocorre nas regiões mais quentes do continente.
- C epidemia, já que ocorre na maior parte do continente.
- D surto, pois apresenta ocorrência em áreas pequenas.
- E pandemia, pois ocorre em todo o continente.

QUESTÃO 65

Em 1999, a geneticista Emma Whitelaw desenvolveu um experimento no qual ratas prenhes foram submetidas a uma dieta rica em vitamina B12, ácido fólico e soja. Os filhotes dessas ratas, apesar de possuírem o gene para obesidade, não expressaram essa doença na fase adulta. A autora concluiu que a alimentação da mãe, durante a gestação, silenciou o gene da obesidade. Dez anos depois, as geneticistas Eva Jablonka e Gal Raz listaram 100 casos comprovados de traços adquiridos e transmitidos entre gerações de organismos, sustentando, assim, a epigenética, que estuda as mudanças na atividade dos genes que não envolvem alterações na sequência do DNA.

A reabilitação do heroge. *Época*, nº 610, 2010 (adaptado).

Alguns cânceres esporádicos representam exemplos de alteração epigenética, pois são ocasionados por

- A aneuploidia do cromossomo sexual X.
- B poliploidia dos cromossomos autossômicos.
- C mutação em genes autossômicos com expressão dominante.
- D substituição no gene da cadeia beta da hemoglobina.
- E inativação de genes por meio de modificações nas bases nitrogenadas.

QUESTÃO 68

Um instituto de pesquisa norte-americano divulgou recentemente ter criado uma “célula sintética”, uma bactéria chamada de *Mycoplasma mycoides*. Os pesquisadores montaram uma sequência de nucleotídeos, que formam o único cromossomo dessa bactéria, o qual foi introduzido em outra espécie de bactéria, a *Mycoplasma capricolum*. Após a introdução, o cromossomo da *M. capricolum* foi neutralizado e o cromossomo artificial da *M. mycoides* começou a gerenciar a célula, produzindo suas proteínas.

GILBSON et al. Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically synthesized Genome. *Science* v. 329, 2010 (adaptado).

A importância dessa inovação tecnológica para a comunidade científica se deve à

- A possibilidade de sequenciar os genomas de bactérias para serem usados como receptoras de cromossomos artificiais.
- B capacidade de criação, pela ciência, de novas formas de vida, utilizando substâncias como carboidratos e lipídios.
- C possibilidade de produção em massa da bactéria *Mycoplasma capricolum* para sua distribuição em ambientes naturais.
- D possibilidade de programar geneticamente microrganismos ou seres mais complexos para produzir medicamentos, vacinas e combustíveis.
- E capacidade da bactéria *Mycoplasma capricolum* de expressar suas proteínas na bactéria sintética e estas serem usadas na indústria.

QUESTÃO 69

Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis.

A vacina contra o H1N1, assim como qualquer outra vacina contra agentes causadores de doenças infecto-contagiosas, aumenta a imunidade das pessoas porque

- A possui anticorpos contra o agente causador da doença.
- B possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.
- C estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
- D possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
- E estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.

QUESTÃO 76

Diferente do que o senso comum acredita, as lagartas de borboletas não possuem voracidade generalizada. Um estudo mostrou que as borboletas de asas transparentes da família *Ithomiinae*, comuns na Floresta Amazônica e na Mata Atlântica, consomem, sobretudo, plantas da família *Solanaceae*, a mesma do tomate. Contudo, os ancestrais dessas borboletas consumiam espécies vegetais da família *Apocinaceae*, mas a quantidade dessas plantas parece não ter sido suficiente para garantir o suprimento alimentar dessas borboletas. Dessa forma, as solanáceas tornaram-se uma opção de alimento, pois são abundantes na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica.

Cores ao vento. Genes e fósseis revelam origem e diversidade de borboletas sul-americanas. *Revista Pesquisa FAPESP*, N.º 170, 2010 (adaptado).

Nesse texto, a ideia do senso comum é confrontada com os conhecimentos científicos, ao se entender que as larvas das borboletas *Ithomiinae* encontradas atualmente na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica, apresentam

- A facilidade em digerir todas as plantas desses locais.
- B interação com as plantas hospedeiras da família *Apocinaceae*.
- C adaptação para se alimentar de todas as plantas desses locais.
- D voracidade indiscriminada por todas as plantas existentes nesses locais.
- E especificidade pelas plantas da família *Solanaceae* existentes nesses locais.

QUESTÃO 88

Certas espécies de algas são capazes de absorver rapidamente compostos inorgânicos presentes na água, acumulando-os durante seu crescimento. Essa capacidade fez com que se pensasse em usá-las como biofiltros para a limpeza de ambientes aquáticos contaminados, removendo, por exemplo, nitrogênio e fósforo de resíduos orgânicos e metais pesados provenientes de rejeitos industriais lançados nas águas. Na técnica do cultivo integrado, animais e algas crescem de forma associada, promovendo um maior equilíbrio ecológico.

SORIANO, E. M. Filtros vivos para limpar a água. *Revista Ciência Hoje*. V. 37, n° 219, 2005 (adaptado).

A utilização da técnica do cultivo integrado de animais e algas representa uma proposta favorável a um ecossistema mais equilibrado porque

- A os animais eliminam metais pesados, que são usados pelas algas para a síntese de biomassa.
- B os animais fornecem excretas orgânicas nitrogenadas, que são transformados em gás carbônico pelas algas.
- C as algas usam os resíduos nitrogenados liberados pelos animais e eliminam gás carbônico na fotossíntese, usado na respiração aeróbica.
- D as algas usam os resíduos nitrogenados provenientes do metabolismo dos animais e, durante a síntese de compostos orgânicos, liberam oxigênio para o ambiente.
- E as algas aproveitam os resíduos do metabolismo dos animais e, durante a quimiossíntese de compostos orgânicos, liberam oxigênio para o ambiente.

QUESTÃO 89

Durante as estações chuvosas, aumentam no Brasil as campanhas de prevenção à dengue, que têm como objetivo a redução da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue.

Que proposta preventiva poderia ser efetivada para diminuir a reprodução desse mosquito?

- A Colocação de telas nas portas e janelas, pois o mosquito necessita de ambientes cobertos e fechados para a sua reprodução.
- B Substituição das casas de barro por casas de alvenaria, haja vista que o mosquito se reproduz na parede das casas de barro.
- C Remoção dos recipientes que possam acumular água, porque as larvas do mosquito se desenvolvem nesse meio.
- D Higienização adequada de alimentos, visto que as larvas do mosquito se desenvolvem nesse tipo de substrato.
- E Colocação de filtros de água nas casas, visto que a reprodução do mosquito acontece em águas contaminadas.

QUESTÃO 90



De acordo com o relatório “A grande sombra da pecuária” (*Livestock’s Long Shadow*), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: www.conpet.gov.br. Acesso em: 22 jun. 2010.

A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

- A metano durante o processo de digestão.
- B óxido nítrico durante o processo de ruminação.
- C clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- D óxido nítrico durante o processo respiratório.
- E dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

A COR DO SEU CADERNO DE QUESTÕES É AZUL.
MARQUE-A EM SEU CARTÃO-RESPOSTA



1º DIA
CADERNO
1 AZUL

PROVA DE CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTES

- 1 Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões numeradas de 1 a 90, dispostas da seguinte maneira:
 - a. as questões de número 1 a 45 são relativas à área de Ciências Humanas e suas Tecnologias;
 - b. as questões de número 46 a 90 são relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.
- 2 Confira se o seu CADERNO DE QUESTÕES contém a quantidade de questões e se essas questões estão na ordem mencionada na instrução anterior. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito ou apresente divergência, comunique ao aplicador da sala para que ele tome as providências cabíveis.
- 3 Verifique, no CARTÃO-RESPOSTA, se os seus dados estão registrados corretamente. Caso haja alguma divergência, comunique-a imediatamente ao aplicador da sala.
- 4 **ATENÇÃO:** após a conferência, escreva e assine seu nome nos espaços próprios do CARTÃO-RESPOSTA com caneta esferográfica de tinta preta.
- 5 **ATENÇÃO:** transcreva no espaço apropriado do seu CARTÃO-RESPOSTA, com sua caligrafia usual, considerando as letras maiúsculas e minúsculas, a seguinte frase:

Ler é descobrir-se na experiência do outro.
- 6 Marque no CARTÃO-RESPOSTA, no espaço apropriado, a opção correspondente à cor desta capa.
- 7 Não dobre, não amasse nem rasure o CARTÃO-RESPOSTA, pois ele não poderá ser substituído.
- 8 Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 opções identificadas com as letras **A**, **B**, **C**, **D** e **E**. Apenas uma responde corretamente à questão.
- 9 No CARTÃO-RESPOSTA, preencha todo o espaço compreendido no círculo correspondente à opção escolhida para a resposta. A marcação em mais de uma opção anula a questão, mesmo que uma das respostas esteja correta.
- 10 O tempo disponível para estas provas é de **quatro horas e trinta minutos**.
- 11 Reserve os 30 minutos finais para marcar seu CARTÃO-RESPOSTA. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES não serão considerados na avaliação.
- 12 Quando terminar as provas, acene para chamar o aplicador e entregue este CADERNO DE QUESTÕES e o CARTÃO-RESPOSTA.
- 13 Você poderá deixar o local de prova somente após decorridas duas horas do início da aplicação e poderá levar seu CADERNO DE QUESTÕES ao deixar em definitivo a sala de provas nos 30 minutos que antecedem o término da prova.
- 14 Você será excluído do exame no caso de:
 - a. prestar, em qualquer documento, declaração falsa ou inexata;
 - b. perturbar, de qualquer modo, a ordem no local de aplicação das provas, incorrendo em comportamento indevido durante a realização do Exame;
 - c. se comunicar, durante as provas, com outro participante verbalmente, por escrito ou por qualquer outra forma;
 - d. utilizar qualquer tipo de equipamento eletrônico e de comunicação durante a realização do Exame;
 - e. utilizar ou tentar utilizar meio fraudulento, em benefício próprio ou de terceiros, em qualquer etapa do Exame;
 - f. utilizar livros, notas ou impressos durante a realização do Exame;
 - g. se ausentar da sala de provas levando consigo o CADERNO DE QUESTÕES antes do prazo estabelecido e/ou o CARTÃO-RESPOSTA a qualquer tempo;
 - h. não cumprir com o disposto no edital do Exame.



**CIÊNCIAS DA NATUREZA
E SUAS TECNOLOGIAS****Questões de 46 a 90****QUESTÃO 46**

Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.

Um exemplo de reciclagem é a utilização de

- A garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
- B latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
- C sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
- D embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
- E garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.

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 51

Pesticidas são contaminantes ambientais altamente tóxicos aos seres vivos e, geralmente, com grande persistência ambiental. A busca por novas formas de eliminação dos pesticidas tem aumentado nos últimos anos, uma vez que as técnicas atuais são economicamente dispendiosas e paliativas. A biorremediação de pesticidas utilizando microrganismos tem se mostrado uma técnica muito promissora para essa finalidade, por apresentar vantagens econômicas e ambientais.

Para ser utilizado nesta técnica promissora, um microrganismo deve ser capaz de

- A transferir o contaminante do solo para a água.
- B absorver o contaminante sem alterá-lo quimicamente.
- C apresentar alta taxa de mutação ao longo das gerações.
- D estimular o sistema imunológico do homem contra o contaminante.
- E metabolizar o contaminante, liberando subprodutos menos tóxicos ou atóxicos.

QUESTÃO 52

Medidas de saneamento básico são fundamentais no processo de promoção de saúde e qualidade de vida da população. Muitas vezes, a falta de saneamento está relacionada com o aparecimento de várias doenças. Nesse contexto, um paciente dá entrada em um pronto atendimento relatando que há 30 dias teve contato com águas de enchente. Ainda informa que nesta localidade não há rede de esgoto e drenagem de águas pluviais e que a coleta de lixo é inadequada. Ele apresenta os seguintes sintomas: febre, dor de cabeça e dores musculares.

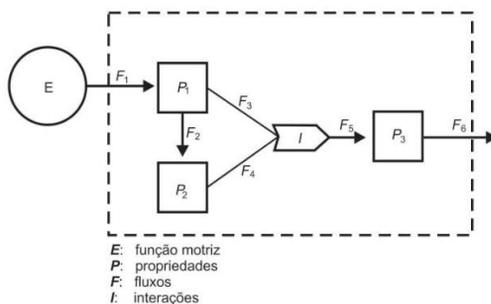
Disponível em: <http://portal.saude.gov.br>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados com as condições sanitárias da localidade, há indicações de que o paciente apresenta um caso de

- A difteria.
- B botulismo.
- C tuberculose.
- D leptospirose.
- E meningite meningocócica.

QUESTÃO 56

A figura representa um dos modelos de um sistema de interações entre seres vivos. Ela apresenta duas propriedades, P_1 e P_2 , que interagem em I , para afetar uma terceira propriedade, P_3 , quando o sistema é alimentado por uma fonte de energia, E . Essa figura pode simular um sistema de campo em que P_1 representa as plantas verdes; P_2 um animal herbívoro e P_3 , um animal onívoro.



ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

A função interativa I representa a proporção de

- A herbivoria entre P_1 e P_2 .
- B polinização entre P_1 e P_2 .
- C P_3 utilizada na alimentação de P_1 e P_2 .
- D P_1 ou P_2 utilizada na alimentação de P_3 .
- E energia de P_1 e de P_2 que saem do sistema.

QUESTÃO 57

Muitas espécies de plantas lenhosas são encontradas no cerrado brasileiro. Para a sobrevivência nas condições de longos períodos de seca e queimadas periódicas, próprias desse ecossistema, essas plantas desenvolveram estruturas muito peculiares.

As estruturas adaptativas mais apropriadas para a sobrevivência desse grupo de plantas nas condições ambientais do referido ecossistema são:

- A Cascas finas e sem sulcos ou fendas.
- B Caules estreitos e retilíneos.
- C Folhas estreitas e membranosas.
- D Gemas apicais com densa pilosidade.
- E Raízes superficiais, em geral, aéreas.

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.
- B substituir geneticamente a espécie natural.
- C ocupar o primeiro nível trófico no hábitat aquático.
- D impedir a interação biológica entre as espécies parentais.
- E produzir descendentes com o código genético modificado.

QUESTÃO 63

Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia.

O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da

- A liberação de gás carbônico.
- B formação de ácido láctico.
- C formação de água.
- D produção de ATP.
- E liberação de calor.

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 68

O menor tamanduá do mundo é solitário e tem hábitos noturnos, passa o dia repousando, geralmente em um emaranhado de cipós, com o corpo curvado de tal maneira que forma uma bola. Quando em atividade, se locomove vagarosamente e emite som semelhante a um assobio. A cada gestação, gera um único filhote. A cria é deixada em uma árvore à noite e é amamentada pela mãe até que tenha idade para procurar alimento. As fêmeas adultas têm territórios grandes e o território de um macho inclui o de várias fêmeas, o que significa que ele tem sempre diversas pretendentes à disposição para namorar!

Ciência Hoje das Crianças, ano 19, n. 174, nov. 2006 (adaptado).

Essa descrição sobre o tamanduá diz respeito ao seu

- A hábitat.
- B biótopo.
- C nível trófico.
- D nicho ecológico.
- E potencial biótico.

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 80


DAVIS, J. Garfield está de dieta. Porto Alegre: L&PM, 2006.

A condição física apresentada pelo personagem da tirinha é um fator de risco que pode desencadear doenças como

- A anemia.
- B beribéri.
- C diabetes.
- D escorbuto.
- E fenilcetonúria.

QUESTÃO 81

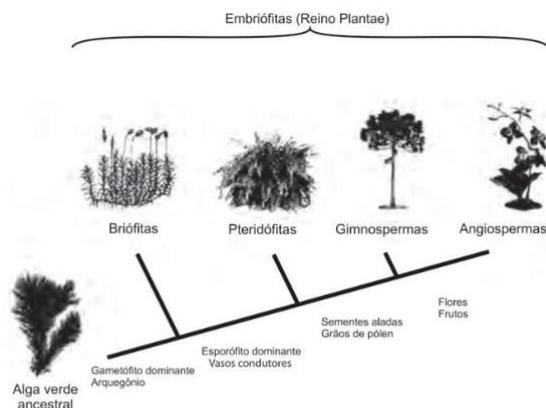
Paleontólogos estudam fósseis e esqueletos de dinossauros para tentar explicar o desaparecimento desses animais. Esses estudos permitem afirmar que esses animais foram extintos há cerca de 65 milhões de anos. Uma teoria aceita atualmente é a de que um asteroide colidiu com a Terra, formando uma densa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

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://biopibidufsj.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.

QUESTÃO 87

A doença de Chagas afeta mais de oito milhões de brasileiros, sendo comum em áreas rurais. É uma doença causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida por insetos conhecidos como barbeiros ou chupanças.

Uma ação do homem sobre o meio ambiente que tem contribuído para o aumento dessa doença é

- A o consumo de carnes de animais silvestres que são hospedeiros do vetor da doença.
- B a utilização de adubos químicos na agricultura que aceleram o ciclo reprodutivo do barbeiro.
- C a ausência de saneamento básico que favorece a proliferação do protozoário em regiões habitadas por humanos.
- D a poluição dos rios e lagos com pesticidas que exterminam o predador das larvas do inseto transmissor da doença.
- E o desmatamento que provoca a migração ou o desaparecimento dos animais silvestres dos quais o barbeiro se alimenta.

ANEXO V- Itens de Biologia do ENEM 2013

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

A COR DA CAPA DO SEU CADERNO DE QUESTÕES É AZUL.
MARQUE-A EM SEU CARTÃO-RESPOSTA



1º DIA
CADERNO
1
AZUL

PROVA DE CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS

PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTES

<p>1 Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões numeradas de 1 a 90, dispostas da seguinte maneira:</p> <ol style="list-style-type: none"> as questões de número 1 a 45 são relativas à área de Ciências Humanas e suas Tecnologias; as questões de número 46 a 90 são relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. <p>2 Confira se o seu CADERNO DE QUESTÕES contém a quantidade de questões e se essas questões estão na ordem mencionada na instrução anterior. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito ou apresente divergência, comunique ao aplicador da sala para que ele tome as providências cabíveis.</p> <p>3 Verifique, no CARTÃO-RESPOSTA, se os seus dados estão registrados corretamente. Caso haja alguma divergência, comunique-a imediatamente ao aplicador da sala.</p> <p>4 ATENÇÃO: após a conferência, escreva e assine seu nome nos espaços próprios do CARTÃO-RESPOSTA com caneta esferográfica de tinta preta.</p> <p>5 ATENÇÃO: transcreva no espaço apropriado do seu CARTÃO-RESPOSTA, com sua caligrafia usual, considerando as letras maiúsculas e minúsculas, a seguinte frase:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 5px 0;"> <p>O essencial faz a vida valer a pena.</p> </div> <p>6 Marque no CARTÃO-RESPOSTA, no espaço apropriado, a opção correspondente à cor desta capa.</p> <p>7 Não dobre, não amasse nem rasure o CARTÃO-RESPOSTA, pois ele não poderá ser substituído.</p> <p>8 Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 opções identificadas com as letras A, B, C, D e E. Apenas uma responde corretamente à questão.</p>	<p>9 No CARTÃO-RESPOSTA, preencha todo o espaço compreendido no círculo correspondente à opção escolhida para a resposta. A marcação em mais de uma opção anula a questão, mesmo que uma das respostas esteja correta.</p> <p>10 O tempo disponível para estas provas é de quatro horas e trinta minutos.</p> <p>11 Reserve os 30 minutos finais para marcar seu CARTÃO-RESPOSTA. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES não serão considerados na avaliação.</p> <p>12 Quando terminar as provas, acene para chamar o aplicador e entregue este CADERNO DE QUESTÕES e o CARTÃO-RESPOSTA.</p> <p>13 Você poderá deixar o local de prova somente após decorridas duas horas do início da aplicação e poderá levar seu CADERNO DE QUESTÕES ao deixar em definitivo a sala de prova nos 30 minutos que antecedem o término das provas.</p> <p>14 Você será eliminado do Exame, a qualquer tempo, no caso de:</p> <ol style="list-style-type: none"> prestar, em qualquer documento, declaração falsa ou inexata; perturbar, de qualquer modo, a ordem no local de aplicação das provas, incorrendo em comportamento indevido durante a realização do Exame; se comunicar, durante as provas, com outro participante verbalmente, por escrito ou por qualquer outra forma; portar qualquer tipo de equipamento eletrônico e de comunicação após ingressar na sala de provas; utilizar ou tentar utilizar meio fraudulento, em benefício próprio ou de terceiros, em qualquer etapa do Exame; utilizar livros, notas ou impressos durante a realização do Exame; se ausentar da sala de provas levando consigo o CADERNO DE QUESTÕES antes do prazo estabelecido e/ou o CARTÃO-RESPOSTA a qualquer tempo; não cumprir com o disposto no edital do Exame.
---	--



QUESTÃO 50

Milhares de pessoas estavam morrendo de varíola humana no final do século XVIII. Em 1796, o médico Edward Jenner (1749-1823) inoculou em um menino de 8 anos o pus extraído de feridas de vacas contaminadas com o vírus da varíola bovina, que causa uma doença branda em humanos. O garoto contraiu uma infecção benigna e, dez dias depois, estava recuperado. Meses depois, Jenner inoculou, no mesmo menino, o pus varioloso humano, que causava muitas mortes. O menino não adoeceu.

Disponível em: www.bbc.co.uk. Acesso em: 5 dez. 2012 (adaptado).

Considerando o resultado do experimento, qual a contribuição desse médico para a saúde humana?

- A A prevenção de diversas doenças infectocontagiosas em todo o mundo.
- B A compreensão de que vírus podem se multiplicar em matéria orgânica.
- C O tratamento para muitas enfermidades que acometem milhões de pessoas.
- D O estabelecimento da ética na utilização de crianças em modelos experimentais.
- E A explicação de que alguns vírus de animais podem ser transmitidos para os humanos.

QUESTÃO 53

As serpentes que habitam regiões de seca podem ficar em jejum por um longo período de tempo devido à escassez de alimento. Assim, a sobrevivência desses predadores está relacionada ao aproveitamento máximo dos nutrientes obtidos com a presa capturada. De acordo com essa situação, essas serpentes apresentam alterações morfológicas e fisiológicas, como o aumento das vilosidades intestinais e a intensificação da irrigação sanguínea na porção interna dessas estruturas.

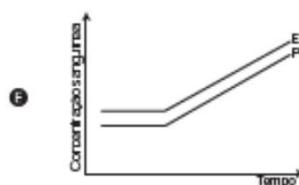
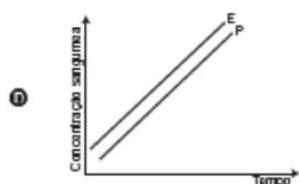
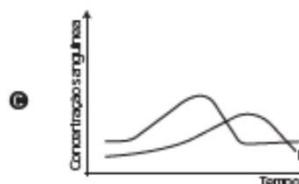
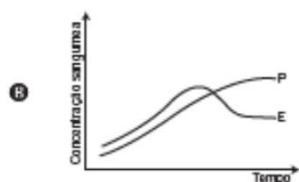
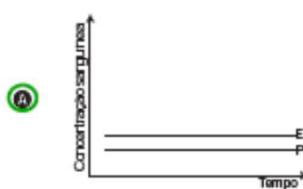
A função do aumento das vilosidades intestinais para essas serpentes é maximizar o(a)

- A comprimento do trato gastrointestinal para caber mais alimento.
- B área de contato com o conteúdo intestinal para absorção dos nutrientes.
- C liberação de calor via irrigação sanguínea para controle térmico do sistema digestório.
- D secreção de enzimas digestivas para aumentar a degradação proteica no estômago.
- E processo de digestão para diminuir o tempo de permanência do alimento no intestino.

QUESTÃO 55

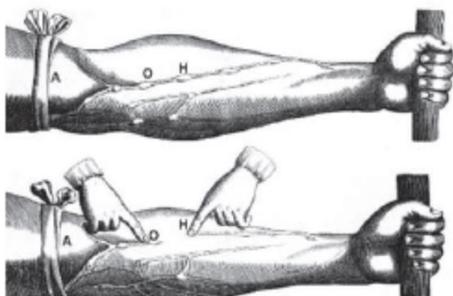
A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio (E) e a progesterona (P). Em um experimento médico, foi analisado o sangue de uma mulher que ingeriu ininterruptamente um comprimido desse medicamento por dia durante seis meses.

Qual gráfico representa a concentração sanguínea desses hormônios durante o período do experimento?



QUESTÃO 56

A imagem representa uma ilustração retirada do livro *De Motu Cordis*, de autoria do médico inglês William Harvey, que fez importantes contribuições para o entendimento do processo de circulação do sangue no corpo humano. No experimento ilustrado, Harvey, após aplicar um torniquete (A) no braço de um voluntário e esperar alguns vasos incharem, pressionava-os em um ponto (H). Mantendo o ponto pressionado, deslocava o conteúdo de sangue em direção ao cotovelo, percebendo que um trecho do vaso sanguíneo permanecia vazio após esse processo (H-O).



Disponível em: www.answars.com. Acesso em: 18 dez. 2012 (adaptado).

A demonstração de Harvey permite estabelecer a relação entre circulação sanguínea e

- A pressão arterial.
- B válvulas venosas.
- C circulação linfática.
- D contração cardíaca.
- E transporte de gases.

QUESTÃO 59

Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de CO_2 , utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de O_2 . No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de O_2 pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de O_2 e de CO_2 próximo à superfície do solo onde elas caíam.

A concentração de O_2 próximo ao solo, no local da queda, será

- A menor, pois haverá consumo de O_2 durante a decomposição dessas árvores.
- B maior, pois haverá economia de O_2 pela ausência das árvores mortas.
- C maior, pois haverá liberação de O_2 durante a fotossíntese das árvores jovens.
- D igual, pois haverá consumo e produção de O_2 pelas árvores maduras restantes.
- E menor, pois haverá redução de O_2 pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

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 63

No Brasil, cerca de 80% da energia elétrica advém de hidrelétricas, cuja construção implica o represamento de rios. A formação de um reservatório para esse fim, por sua vez, pode modificar a ictiofauna local. Um exemplo é o represamento do Rio Paraná, onde se observou o desaparecimento de peixes cascudos quase que simultaneamente ao aumento do número de peixes de espécies exóticas introduzidas, como o mapará e a corvina, as três espécies com nichos ecológicos semelhantes.

PETESSE, M. L.; PETRERE JR., M. *Ciência Hoje*, São Paulo, n. 293, v. 49, Jun. 2012 (adaptado).

Nessa modificação da ictiofauna, o desaparecimento de cascudos é explicado pelo(a)

- A redução do fluxo gênico da espécie nativa.
- B diminuição da competição intraespecífica.
- C aumento da competição interespecífica.
- D isolamento geográfico dos peixes.
- E extinção de nichos ecológicos.

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.

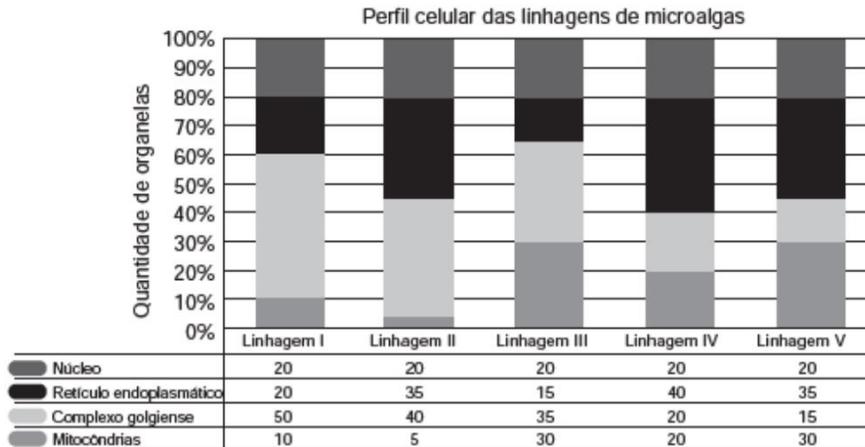
Bebê	1		2		3		4		5	
	Pai	Mãe								

Que casal pode ser considerado como pais biológicos do bebê?

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

QUESTÃO 73

Uma indústria está escolhendo uma linhagem de microalgas que otimize a secreção de polímeros comestíveis os quais são obtidos do meio de cultura de crescimento. Na figura podem ser observadas as proporções de algumas organelas presentes no citoplasma de cada linhagem.



Qual é a melhor linhagem para se conseguir maior rendimento de polímeros secretados no meio de cultura?

- A I
 B II
 C III
 D IV
 E V

QUESTÃO 78

A contaminação pelo vírus da rubéola é especialmente preocupante em grávidas, devido à síndrome da rubéola congênita (SRC), que pode levar ao risco de aborto e malformações congênitas. Devido a campanhas de vacinação específicas, nas últimas décadas houve uma grande diminuição de casos de rubéola entre as mulheres, e, a partir de 2008, as campanhas se intensificaram e têm dado maior enfoque à vacinação de homens jovens.

BRASIL. Brasil livre da rubéola: campanha nacional de vacinação para eliminação da rubéola. Brasília: Ministério da Saúde, 2009 (adaptado).

Considerando a preocupação com a ocorrência da SRC, as campanhas passaram a dar enfoque à vacinação dos homens, porque eles

- A ficam mais expostos a esse vírus.
 B transmitem o vírus a mulheres gestantes.
 C passam a infecção diretamente para o feto.
 D transferem imunidade às parceiras grávidas.
 E são mais suscetíveis a esse vírus que as mulheres.

QUESTÃO 80

Estudos de fluxo de energia em ecossistemas demonstram que a alta produtividade nos manguezais está diretamente relacionada às taxas de produção primária líquida e à rápida reciclagem dos nutrientes. Como exemplo de seres vivos encontrados nesse ambiente, temos: aves, caranguejos, insetos, peixes e algas.

Dos grupos de seres vivos citados, os que contribuem diretamente para a manutenção dessa produtividade no referido ecossistema são

- A aves.
 B algas.
 C peixes.
 D insetos.
 E caranguejos.

QUESTÃO 84

Apesar de belos e impressionantes, corais exóticos encontrados na Ilha Grande podem ser uma ameaça ao equilíbrio dos ecossistemas do litoral do Rio de Janeiro. Originários do Oceano Pacífico, esses organismos foram trazidos por plataformas de petróleo e outras embarcações, provavelmente na década de 1980, e disputam com as espécies nativas elementos primordiais para a sobrevivência, como espaço e alimento. Organismos invasores são a segunda maior causa de perda de biodiversidade, superados somente pela destruição direta de habitats pela ação do homem. As populações de espécies invasoras crescem indefinidamente e ocupam o espaço de organismos nativos.

LEVY, I. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 5 dez. 2011 (adaptado).

As populações de espécies invasoras crescem bastante por terem a vantagem de

- A não apresentem genes deletérios no seu *pool* gênico.
- B não possuem parasitas e predadores naturais presentes no ambiente exótico.
- C apresentem características genéticas para se adaptarem a qualquer clima ou condição ambiental.
- D apresentem capacidade de consumir toda a variedade de alimentos disponibilizados no ambiente exótico.
- E apresentem características fisiológicas que lhes conferem maior tamanho corporal que o das espécies nativas.

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, avó 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 avó materno.



EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

PROVA DE CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS



1º DIA
CADERNO
1
AZUL

A COR DA CAPA DO SEU CADERNO DE QUESTÕES É AZUL. MARQUE-A EM SEU CARTÃO-RESPOSTA.

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTE:

- 1 Verifique, no CARTÃO-RESPOSTA, se os seus dados estão registrados corretamente. Caso haja alguma divergência, comunique-a imediatamente ao aplicador da sala.
- 2 **ATENÇÃO:** após a conferência, escreva e assine seu nome nos espaços próprios do CARTÃO-RESPOSTA com caneta esferográfica de tinta preta.
- 3 **ATENÇÃO:** transcreva no espaço apropriado do seu CARTÃO-RESPOSTA, com sua caligrafia usual, considerando as letras maiúsculas e minúsculas, a seguinte frase:

Vamos ouvir o ruído cantado.

- 4 Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões numeradas de 1 a 90, dispostas da seguinte maneira:
 - a. as questões de número 1 a 45 são relativas à área de Ciências Humanas e suas Tecnologias;
 - b. as questões de número 46 a 90 são relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.
- 5 Confira se o seu CADERNO DE QUESTÕES contém a quantidade de questões e se essas questões estão na ordem mencionada na instrução anterior. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito ou apresente divergência, comunique ao aplicador da sala para que ele tome as providências cabíveis.
- 6 Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 opções. Apenas uma responde corretamente à questão.
- 7 O tempo disponível para estas provas é de **quatro horas e trinta minutos**.

- 8 Reserve os 30 minutos finais para marcar seu CARTÃO-RESPOSTA. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES não serão considerados na avaliação.
- 9 Quando terminar as provas, acene para chamar o aplicador e entregue este CADERNO DE QUESTÕES e o CARTÃO-RESPOSTA.
- 10 Você poderá deixar o local de prova somente após decorridas duas horas do início da aplicação e poderá levar seu CADERNO DE QUESTÕES ao deixar em definitivo a sala de prova nos 30 minutos que antecedem o término das provas.
- 11 Você será eliminado do Exame, a qualquer tempo, no caso de:
 - a. prestar, em qualquer documento, declaração falsa ou inexata;
 - b. perturbar, de qualquer modo, a ordem no local de aplicação das provas, incorrendo em comportamento indevido durante a realização do Exame;
 - c. se comunicar, durante as provas, com outro participante verbalmente, por escrito ou por qualquer outra forma;
 - d. portar qualquer tipo de equipamento eletrônico e de comunicação após ingressar na sala de provas;
 - e. utilizar ou tentar utilizar meio fraudulento, em benefício próprio ou de terceiros, em qualquer etapa do Exame;
 - f. utilizar livros, notas ou impressos durante a realização do Exame;
 - g. se ausentar da sala de provas levando consigo o CADERNO DE QUESTÕES antes do prazo estabelecido e/ou o CARTÃO-RESPOSTA a qualquer tempo;
 - h. não cumprir com o disposto no edital do Exame.



INEP

Ministério
da Educação



QUESTÃO 47 =====

Na década de 1940, na Região Centro-Oeste, produtores rurais, cujos bois, porcos, aves e cabras estavam morrendo por uma peste desconhecida, fizeram uma promessa, que consistiu em não comer carne e derivados até que a peste fosse debelada. Assim, durante três meses, arroz, feijão, verduras e legumes formaram o prato principal desses produtores.

O Hoje, 15 out. 2011 (adaptado).

Para suprir o déficit nutricional a que os produtores rurais se submeteram durante o período da promessa, foi importante eles terem consumido alimentos ricos em

- A vitaminas A e E.
- B frutose e sacarose.
- C aminoácidos naturais.
- D aminoácidos essenciais.
- E ácidos graxos saturados.

QUESTÃO 49 =====

O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado — apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o

- A etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- B gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica.
- C óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.
- D gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica.
- E gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

QUESTÃO 52

A talidomida é um sedativo leve e foi muito utilizado no tratamento de náuseas, comuns no início da gravidez. Quando foi lançada, era considerada segura para o uso de grávidas, sendo administrada como uma mistura racêmica composta pelos seus dois enantiômeros (R e S). Entretanto, não se sabia, na época, que o enantiômero S leva à malformação congênita, afetando principalmente o desenvolvimento normal dos braços e pernas do bebê.

COELHO, F. A. S. Fármacos e quiralidade. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 3, maio 2001 (adaptado).

Essa malformação congênita ocorre porque esses enantiômeros

- A reagem entre si.
- B não podem ser separados.
- C não estão presentes em partes iguais.
- D interagem de maneira distinta com o organismo.
- E são estruturas com diferentes grupos funcionais.

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 60

Existem bactérias que inibem o crescimento de um fungo causador de doenças no tomateiro, por consumirem o ferro disponível no meio. As bactérias também fazem fixação de nitrogênio, disponibilizam cálcio e produzem auxinas, substâncias que estimulam diretamente o crescimento do tomateiro.

PELZER, G. Q. et al. Mecanismos de controle da murcha-de-esclerócio e promoção de crescimento em tomateiro mediados por rizobactérias. *Tropical Plant Pathology*, v. 36, n. 2, mar.-abr. 2011 (adaptado).

Qual dos processos biológicos mencionados indica uma relação ecológica de competição?

- A Fixação de nitrogênio para o tomateiro.
- B Disponibilização de cálcio para o tomateiro.
- C Diminuição da quantidade de ferro disponível para o fungo.
- D Liberação de substâncias que inibem o crescimento do fungo.
- E Liberação de auxinas que estimulam o crescimento do tomateiro.

QUESTÃO 61

Uma região de Cerrado possui lençol freático profundo, estação seca bem marcada, grande insolação e recorrência de incêndios naturais. Cinco espécies de árvores nativas, com as características apresentadas no quadro, foram avaliadas quanto ao seu potencial para uso em projetos de reflorestamento nessa região.

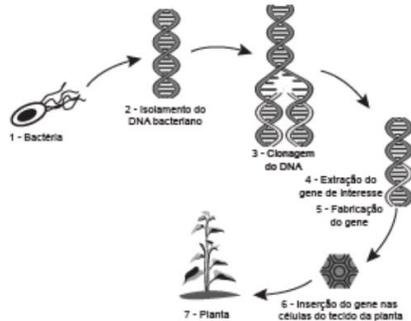
Característica	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5
Superfície foliar	Coberta por tricomas	Coberta por cera	Coberta por cera	Coberta por espinhos	Coberta por espinhos
Profundidade das raízes	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Alta

Qual é a árvore adequada para o reflorestamento dessa região?

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

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.



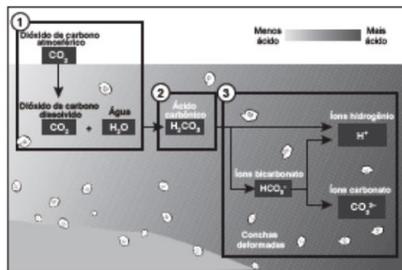
Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2013 (adaptado).

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

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

QUESTÃO 71

Parte do gás carbônico da atmosfera é absorvida pela água do mar. O esquema representa reações que ocorrem naturalmente, em equilíbrio, no sistema ambiental marinho. O excesso de dióxido de carbono na atmosfera pode afetar os recifes de corais.



Disponível em: <http://news.bbc.co.uk>. Acesso em: 20 maio 2014 (adaptado).

O resultado desse processo nos corais é o(a)

- A seu branqueamento, levando à sua morte e extinção.
- B excesso de fixação de cálcio, provocando calcificação indesejável.
- C menor incorporação de carbono, afetando seu metabolismo energético.
- D estímulo da atividade enzimática, evitando a descalcificação dos esqueletos.
- E dano à estrutura dos esqueletos calcários, diminuindo o tamanho das populações.

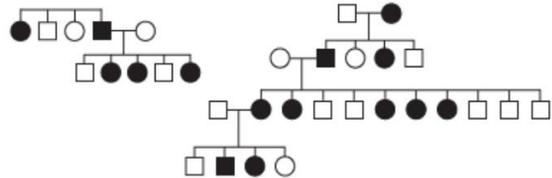
QUESTÃO 73

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 75

Um pesquisador percebe que o rótulo de um dos vidros em que guarda um concentrado de enzimas digestivas está ilegível. Ele não sabe qual enzima o vidro contém, mas desconfia de que seja uma protease gástrica, que age no estômago digerindo proteínas. Sabendo que a digestão no estômago é ácida e no intestino é básica, ele monta cinco tubos de ensaio com alimentos diferentes, adiciona o concentrado de enzimas em soluções com pH determinado e aguarda para ver se a enzima age em algum deles.

O tubo de ensaio em que a enzima deve agir para indicar que a hipótese do pesquisador está correta é aquele que contém

- A cubo de batata em solução com pH = 9.
- B pedaço de carne em solução com pH = 5.
- C clara de ovo cozida em solução com pH = 9.
- D porção de macarrão em solução com pH = 5.
- E bolinha de manteiga em solução com pH = 9.

QUESTÃO 78

Com o objetivo de substituir as sacolas de polietileno, alguns supermercados têm utilizado um novo tipo de plástico ecológico, que apresenta em sua composição amido de milho e uma resina polimérica termoplástica, obtida a partir de uma fonte petroquímica.

ERENO, D. Plásticos de vegetais. Pesquisa Fapesp, n. 179, jan. 2011 (adaptado).

Nesses plásticos, a fragmentação da resina polimérica é facilitada porque os carboidratos presentes

- A dissolvem-se na água.
- B absorvem água com facilidade.
- C caramelizam por aquecimento e quebram.
- D são digeridos por organismos decompositores.
- E decompõem-se espontaneamente em contato com água e gás carbônico.

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

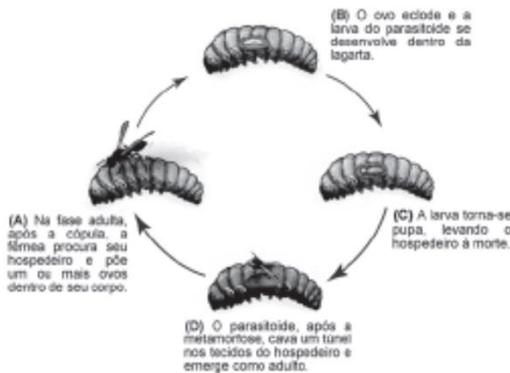
Quantos litros de sangue eram do grupo sanguíneo do tipo A?

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

QUESTÃO 81

Os parasitoides (misto de parasitas e predadores) são insetos diminutos que têm hábitos muito peculiares: suas larvas podem se desenvolver dentro do corpo de outros organismos, como mostra a figura. A forma adulta se alimenta de pólen e açúcares. Em geral, cada parasitoide ataca hospedeiros de determinada espécie e, por isso, esses organismos vêm sendo amplamente usados para o controle biológico de pragas agrícolas.

Ciclo de vida de um inseto parasitoide de lagartas



SANTO, M. M. E.; FARRA, M. L. Parasitoides: insetos benéficos e cruéis. *Ciência Hoje*, v. 49, n. 291, abr. 2012 (adaptado).

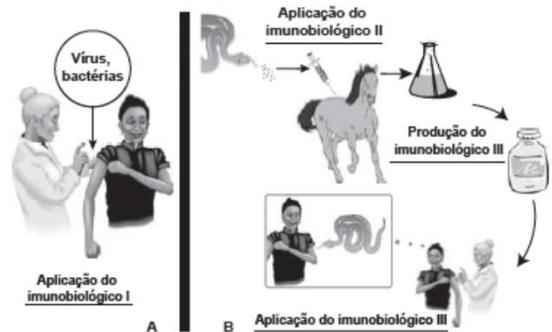
A forma larval do parasitoide assume qual papel nessa cadeia alimentar?

- A Consumidor primário, pois ataca diretamente uma espécie herbívora.
- B Consumidor secundário, pois se alimenta diretamente dos tecidos da lagarta.
- C Organismo heterótrofo de primeira ordem, pois se alimenta de pólen na fase adulta.
- D Organismo heterótrofo de segunda ordem, pois apresenta o maior nível energético na cadeia.
- E Decompositor, pois se alimenta de tecidos do interior do corpo da lagarta e a leva à morte.

QUESTÃO 85

Imunobiológicos:

diferentes formas de produção, diferentes aplicações



Embora sejam produzidos e utilizados em situações distintas, os imunobiológicos I e II atuam de forma semelhante nos humanos e equinos, pois

- A conferem imunidade passiva.
- B transferem células de defesa.
- C suprimem a resposta imunológica.
- D estimulam a produção de anticorpos.
- E desencadeiam a produção de antígenos.

QUESTÃO 89

Na década de 1990, células do cordão umbilical de recém-nascidos humanos começaram a ser guardadas por criopreservação, uma vez que apresentam alto potencial terapêutico em consequência de suas características peculiares.

O poder terapêutico dessas células baseia-se em sua capacidade de

- A multiplicação lenta.
- B comunicação entre células.
- C adesão a diferentes tecidos.
- D diferenciação em células especializadas.
- E reconhecimento de células semelhantes.