

COLÉGIO PEDRO II
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA,
EXTENSÃO E CULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO - ESPECIALIZAÇÃO
EM ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

PEDRO ACÁCIO SALDANHA ESTRELLA JUNIOR

OLIMPÍADAS DE CONHECIMENTO

Análise e classificação de questões da xx olimpíada brasileira
de biologia pelo viés da taxonomia revisada de bloom

Rio de Janeiro

2024

PEDRO ACÁCIO SALDANHA ESTRELLA JUNIOR

OLIMPÍADAS DE CONHECIMENTO

Análise e classificação de questões da xx olimpíada brasileira de biologia pelo viés da taxonomia revisada de bloom

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação - Especialização em Ensino de Ciências e Biologia, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia.

Orientador(a): Profa. Dra. Gabriela Dias Bevilacqua

Rio de Janeiro

2024

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

BIBLIOTECA PROFESSORA SILVIA BECHER

CATALOGAÇÃO NA FONTE

E82 Estrella Junior, Pedro Acácio Saldanha

Olimpíadas de conhecimento : análise e classificação de questões da XX Olimpíada Brasileira de Biologia pelo viés da Taxonomia Revisada de Bloom / Pedro Acácio Saldanha Estrella Junior. Rio de Janeiro, 2024.

102 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Colégio Pedro II, Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura.

Orientador: Gabriela Dias Bevilacqua.

1. Ciências - Estudo e ensino. 2. Biologia - Estudo e ensino. 3. Olimpíada Brasileira de Biologia. 4. Taxonomia de Bloom revisada. I. Bevilacqua, Gabriela Dias. II. Colégio Pedro II. III. Título.

CDD 570

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Simone Alves – CRB7 5692.

PEDRO ACÁCIO SALDANHA ESTRELLA JUNIOR

OLIMPÍADAS DE CONHECIMENTO

Análise e classificação de questões da xx olimpíada brasileira de biologia pelo viés da taxonomia revisada de bloom

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia, ofertado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura do Colégio Pedro II, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Biologia.

Aprovado em 22 de Novembro de 2024.

COMISSÃO EXAMINADORA

Profa. Dra. Gabriela Dias Bevilacqua
Colégio Pedro II
Orientador

Prof. Dr. Guilherme de Rezende Dias
Colégio Pedro II

Prof^a. Tabatta dos Santos da Silva
Colégio Pedro II

Rio de Janeiro
2024

AGRADECIMENTOS

Gostaria de deixar aqui meus agradecimentos a todos os professores e colegas de classe, da turma 2023.1, do curso de Especialização em Ensino de Ciências e Biologia do colégio Pedro II, por toda a interação produtiva, repleta de discussões e compartilhamento de ideias e experiências enriquecedoras. Em especial, preciso agradecer à professora Gabriela Dias Bevilacqua, pela atenciosa orientação neste trabalho de conclusão de curso. Não posso deixar, ainda, de agradecer à professora Dra. Denise Maria Mano Pessoa pela participação na obtenção dos resultados desta pesquisa, e ao professor Dr. Guilherme de Rezende Dias por compor a banca avaliadora deste trabalho de conclusão de curso. Agradeço aos profissionais do setor administrativo pelo importante trabalho burocrático, sem o qual o curso não seria possível. Por fim, uma menção honrosa na forma de um agradecimento aos profissionais da manutenção e segurança, que trabalham arduamente para manter as instalações em bom estado de limpeza, conservação e organização.

RESUMO

ESTRELLA JUNIOR, Pedro Acácio Saldanha. **Olimpíadas de conhecimento:** análise e classificação de questões da XX Olimpíada Brasileira de Biologia pelo viés da Taxonomia Revisada de Bloom. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2024.

Este trabalho objetivou discutir as olimpíadas de conhecimento, ilustrando a diversidade de propostas metodológicas no tratamento do tema. Foi feita uma revisão de literatura sobre olimpíadas de conhecimento, que nos permitiu um olhar mais próximo da diversidade de metodologias e discussões que esses eventos podem suscitar, revelando sua riqueza e potencial na produção de literatura na área da educação. Em seguida, voltamos nossas atenções ao universo da Olimpíada Brasileira de Biologia (OBB), através de uma perspectiva original, ao trazer a Taxonomia Revisada de Bloom (TRB) para a análise de suas questões. Assim, neste trabalho, utilizou-se a estrutura da tabela taxonômica com o objetivo da classificação dos itens das questões das provas das três fases da XX OBB. As análises aqui realizadas sugerem um aumento considerável na complexidade dos itens das provas ao longo das fases dessa edição do certame, mesmo consideradas as limitações da metodologia empregada.

Palavras-chave: olimpíadas de conhecimento; olimpíada brasileira de biologia; taxonomia revisada de bloom.

ABSTRACT

ESTRELLA JUNIOR, Pedro Acácio Saldanha. **Knowledge Olympics**: analysis and classification of the questions of the XX Brazilian Olympiad of Biology through the lens of Bloom's Revised Taxonomy. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2024.

This work aimed to discuss the Knowledge Olympics, illustrating the diversity of possible methodologies around this theme. A literature review about this topic was undertaken, allowing for a closer look at the diversity of methodologies and discussions that may arise from these events, revealing their richness and potential for the production of literature in the field of education. Following, we explore specifically the universe of the Brazilian Olympiad of Biology, through an original perspective, on bringing Bloom's Revised Taxonomy for analyzing its items. The analyses carried out here suggest a considerable increase in the complexity of the test items throughout the phases of this edition of the competition, even considering the limitations of the methodology used.

Keywords: knowledge olympiads, brazilian olympiad of biology; revised bloom's taxonomy

LISTA DE FIGURAS (ILUSTRAÇÕES)

Figura 1 - Estrutura das provas da XX Olimpíada Brasileira de Biologia	14
Figura 2 - Estrutura da Taxonomia de Bloom	20
Figura 3 - Dimensão do conhecimento segundo a Taxonomia Revisada de Bloom	22
Figura 4 - Dimensão dos processos cognitivos segundo a Taxonomia Revisada de Bloom	23
Figura 5 - Tabela taxonômica	25
Figura 6 - Proporção das questões por área da biologia nas provas da XX OBB	32
Figura 7 - Número e frequência de itens por classe da dimensão do conhecimento na primeira fase da XX OBB	33
Figura 8 - Número e frequência de itens por classe da dimensão dos processos cognitivos na primeira fase da XX OBB	33
Figura 9 - Número e frequência por classe da dimensão do conhecimento na fase 2A da XX OBB	34
Figura 10 - Número e frequência de itens por classe da dimensão dos processos cognitivos na fase 2A da XX OBB	34
Figura 11 - Número e frequência por classe da dimensão do conhecimento na fase 2B da XX OBB	35
Figura 12 - Número e frequência de itens por classe da dimensão dos processos cognitivos na fase 2B da XX OBB	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANBio - Associação Nacional de Biossegurança

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

Ex. - Exemplo

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz

IFAM - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

IFPB - Instituto Federal de Educação da Paraíba

INEP -

MOBFOG - Mostra Brasileira de Foguetes

OBA - Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astrofísica

OBAP - Olimpíada Brasileira de Agropecuária

OBB - Olimpíada Brasileira de Biologia

OBF - Olimpíada Brasileira de Física

OBH - Olimpíada Brasileira de História

OBM - Olimpíada Brasileira de Matemática

OBMEP - Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas

OBN - Olimpíada Brasileira de Neurociências

OBQ - Olimpíada Brasileira de Química

OBR - Olimpíada Brasileira de Robótica

OBSMA - Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente

OC's - Olimpíadas Científicas

OIAB - Olimpíadas Ibero-Americanas de Biologia

OIB - Olimpíadas Internacionais de Biologia

ONHB - Olimpíada Nacional de História do Brasil

PCN - Parâmetros Nacionais Curriculares

PNLD - Programa Nacional do Livro Didático

TB - Taxonomia de Bloom

TCC - Trabalho de conclusão de curso

TO - Taxonomia Original

TRB - Taxonomia Revisada de Bloom

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivos gerais	11
1.2	Objetivos específicos	12
2	METODOLOGIA	13
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1.	Visão geral sobre olimpíadas científicas	15
3.2.	Olimpíadas de biologia e OBB	17
3.3	Taxonomia revisada de Bloom	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1.	Diversidade de publicações sobre olimpíadas científicas e de conhecimento	27
4.1.1	Matemática	28
4.1.2	Física	29
4.1.3	Química	30
4.1.4	Outras olimpíadas	31
4.2.	Caracterização das provas da XX OBB analisadas	31
4.3	Taxonomia de Bloom aplicada às questões da XX OBB	33
4.3.1	Fase 1	33
4.3.2	Fase 2A	34
4.3.3	Fase 2B	35
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
	REFERÊNCIAS	40
	ANEXO A – TABELA TAXONÔMICA DOS ITENS DAS TRÊS FASES DA XX OBB	44
	APÊNDICE A – QUESTÕES DA PROVA DA FASE 1 DA XX OBB	45
	APÊNDICE B – QUESTÕES DA PROVA DA FASE 2A DA XX OBB	50
	APÊNDICE C – QUESTÕES DA PROVA DA FASE 2B DA XX OBB	65

1 INTRODUÇÃO

A escolha do tema do trabalho de conclusão de curso (TCC) é um desafio que nos inquieta desde o momento da matrícula. Quando entrei no curso, confesso que minha ideia de TCC era totalmente diferente do que apresentarei nesta monografia, mas espero que, ao final desse trabalho, eu consiga convencer a mim mesmo e à banca de que a mudança foi para melhor.

Meu contato com a Olimpíada Brasileira de Biologia (OBB) teve um início tardio, já na época da faculdade, entretanto, isso só se tornou um hobby após sua conclusão. A princípio, me interessei pela possibilidade do uso do acervo imenso de questões das provas em simulados que viesse a produzir nos cursinhos em que estava ministrando a matéria de Biologia, mas logo percebi que havia algo a mais valioso a ser extraído dessas provas.

A necessidade da manutenção de uma rotina de estudos que nos force a manter contato com todo o vasto repertórios de matérias das ciências biológicas é uma realidade muitas vezes ignorada por uma parcela dos profissionais da educação, que optam pela repetição exaustiva das mesmas aulas, nunca saindo de sua zona de conforto. Ao me aprofundar nos gabaritos das questões da OBB, percebi rapidamente que eu não possuía o domínio completo, e muitas vezes nem mesmo o básico, de alguns assuntos importantes da biologia. Ao sofrer esse choque de realidade, mergulhei numa jornada de estudo e leitura que tem me recompensado, ano após ano, por me estimular a aprender e reaprender sobre biologia.

Na disciplina de avaliação em larga escala, tive contato pela primeira vez com a taxonomia revisada de Bloom (TRB) – irei dar mais detalhes sobre a OBB e a TRB ao longo da próxima seção, onde trarei referenciais teóricos para subsidiar a metodologia e a discussão deste trabalho. Ao ser apresentado a esse assunto, de imediato imaginei que seria muito interessante aplicar essa metodologia ao acervo de questões da OBB, com o qual, a essa altura, eu já tinha tanta familiaridade, categorizando as questões à luz da TRB. Além de interessante, seria uma forma de demonstrar interesse genuíno no conteúdo do curso e enriquecer seu acervo de produções com um trabalho que dialogue com um tema demonstradamente relevante, visto que está contido em sua grade de conteúdos.

Genericamente falando, a dificuldade de uma prova poderia ser atribuída a diversos fatores, dentre os quais: o número de itens, a complexidade do assunto

exigido e a própria estrutura dos itens. Uma vez que a OBB é uma competição de conhecimento na qual os participantes com maior nota ganham acesso à próxima fase, seria razoável suspeitar que haja um aumento da complexidade das questões ao longo de suas fases. Partindo dessa premissa, o presente trabalho visa identificar esse possível aumento de complexidade, ao longo das fases, a partir da estrutura lógica da TRB.

É importante mencionar que a elaboração das questões da OBB não segue explicitamente nenhum padrão curricular ou técnico de elaboração de itens, como ocorre no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), por exemplo. Assim sendo, esse trabalho não é uma análise crítica destes itens, mas tão somente uma análise exploratória do potencial dessa metodologia em identificar padrões de complexidade e dificuldade das questões ao longo das fases de uma determinada edição da OBB.

Objetivamente falando, este trabalho se fundamenta, portanto, na análise das questões das provas da XX OBB, visando sua categorização baseada na TRB, com objetivo final da identificação de um possível aumento de complexidade destas provas, conforme se avança nas etapas da competição. Todavia, deixando claro que a não existência de alguma tendência nesse sentido já seria, por si só, um resultado digno de discussão.

A literatura é carente de trabalhos sobre olimpíadas científicas (OC's), e trabalhos que unam OC's à TRB são, de acordo com meu levantamento, detalhado na próxima seção, inexistentes. Dada a não obtenção de pesquisas que unam OBB e TRB no levantamento aqui realizado, o que confere um caráter de ineditismo a este trabalho, a discussão será feita de maneira objetiva e cautelosa, buscando construir reflexões razoáveis, amparadas por referenciais teóricos pertinentes.

Desta maneira, este trabalho visa enriquecer a literatura concernente a esses assuntos, unindo-os em uma metodologia que poderá ser aproveitada no aumento da consciência sobre a importância das OC's no cenário da educação e suas possíveis aplicações e inserções em projetos pedagógicos. Este trabalho pode, ainda, auxiliar na organização de edições posteriores da OBB, através da discussão sobre diversidade e complexidade de questões.

1.1 Objetivos Gerais:

Investigar as provas das três fases da XX OBB, identificando os conteúdos abordados e analisando a complexidade dos processos cognitivos pertinentes a

cada item através da estrutura da taxonomia revisada de Bloom.

1.2 Objetivos específicos:

Realizar uma breve revisão bibliográfica de publicações relacionadas a olimpíadas científicas;

Discutir a diversidade de publicações sobre olimpíadas científicas;

Identificar os conteúdos de biologia dos itens de cada prova em cada etapa da XX Olimpíada Brasileira de Biologia;

Categorizar os itens das provas da XX OBB a partir das classificações propostas pela taxonomia revisada de Bloom;

Identificar a frequência de cada uma das categorias utilizadas em cada uma das três provas;

Comparar os resultados da categorização dos itens entre as três provas para identificar a complexidade dos processos cognitivos preponderante em seus itens.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho envolveu uma análise das provas da vigésima edição da OBB, em que os itens seriam classificados a partir da estrutura da taxonomia revisada de Bloom. Essa pesquisa tem, portanto, caráter qualitativo (Flick, 2008; Moreira, 2003) com análise do tipo documental (Flick, 2008; Kripka *et al.*, 2015).

Para Moreira (2003), quanto ao paradigma da pesquisa qualitativa, o objeto investigado não é independente do processo de investigação em si. Tanto o que é investigado, quanto os instrumentos participantes do processo, são extensões da mente do pesquisador em sua tentativa de moldar seu objeto de análise. Segundo o mesmo autor, a pesquisa qualitativa permite o uso de uma diversidade de métodos, dentre os quais estudos de caso, interpretações, desenvolvimento de hipóteses e estatística descritiva.

Kripka *et al.* (2015) discutem as vantagens e desvantagens da pesquisa documental. Para eles, as vantagens do uso de documentos incluem o pesquisador poder servir de uma fonte rica de evidências para fundamentar suas afirmações, o baixo custo financeiro, dentre outras. Outra vantagem, segundo esses autores, importante e digna de menção, é que a análise documental permite a investigação de um evento ocorrido durante um período determinado de tempo, a partir da qual se pode inferir o comportamento deste evento. Dentre as desvantagens, esses autores citam, dentre outras, o fato de os documentos não serem necessariamente representativos do fenômeno estudado, a arbitrariedade na escolha de certos elementos na análise, a falta de padronização de muitos documentos e, por fim, a falta de recursos disponíveis, que levaria o pesquisador a selecionar alguns aspectos para análise, ao invés de todo o disponível.

Para a contextualização teórica, foi feito levantamento bibliográfico de literatura pertinente aos temas. Foram consultados textos diversos sobre olimpíadas científicas em nível nacional e internacional, utilizando como plataforma de pesquisa o Google Acadêmico e o termo de pesquisa “Olimpíada Brasileira de Biologia”. A seleção de artigos sobre outras olimpíadas foi considerada pertinente em virtude da escassez de trabalhos específicos de biologia, assim como da importância das informações contidas nesses estudos na ilustração da diversidade de eventos olímpicos na área das Ciências para o ensino básico, como será discutido adiante, na seção de resultados.

Em relação à TRB, foram utilizados 2 artigos de revisão do assunto

(Krathwohl, 2002; Ferraz e Belhot, 2010) e um livro teórico específico escrito por autoridades da área (Anderson, Krathwohl *et al.*, 2001).

As provas analisadas foram obtidas do site oficial da OBB, onde é possível visualizar e baixar as provas e os gabaritos das edições anteriores (Butantan, 2024). A análise dos itens foi feita coletivamente com o auxílio de uma banca de especialistas formada por profissionais que atuam na elaboração e análise de itens componentes de avaliações em larga escala.

Com relação à estrutura do material analisado, as provas da OBB, todas de caráter objetivo, possuem um padrão de formatação próprio para cada uma das fases do certame. Por conseguinte, sua 20ª edição – a qual é o alvo desta investigação – contou com duas fases: uma primeira fase, e uma segunda fase, dividida em duas sub-fases: fase 2A e fase 2B (Figura 1). As provas analisadas podem ser visualizadas, na íntegra, nos apêndices A, B e C ao final deste trabalho.

Figura 1 - Estrutura das provas da XX Olimpíada Brasileira de Biologia

Estrutura das provas da XX Olimpíada Brasileira de Biologia	
Fase	Nº de Questões
1	30
2A	50
2B	30

Fonte: Os autores, 2024

Para a classificação dos itens quanto à área da biologia a que pertencem, foi utilizado como parâmetro o conteúdo geral da OBB (Butantan, 2025). Nesse modelo, as grandes áreas: Citologia, Botânica, Genética e Evolução, Zoologia, Ecologia, Etologia, Biossistemática e Farmacologia são ainda subdivididas em áreas mais específicas. Além disso, é importante esclarecer que a área de zoologia, pelo parâmetro utilizado, a lista de conteúdos gerais da OBB, compreende: zoologia; anatomia, histologia, fisiologia e embriologia animal.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Visão geral sobre olimpíadas científicas

Dados da literatura apontam as olimpíadas científicas internacionais como tendo tido início na antiga União Soviética, entre os anos de 1950 e 1960, inicialmente com a Matemática, seguida por Química e Física. Em virtude do sucesso das primeiras, outras áreas do conhecimento também passaram a contar com suas próprias olimpíadas de conhecimento como: Biologia, Astronomia e Astrofísica, informática e Ciências da Terra (Singh, 2014).

O Brasil conta, atualmente, com olimpíadas científicas em diversas áreas do conhecimento, organizadas por universidades, órgãos do governo e sociedades científicas (Rocha *et al.*, 2016). Apenas para citar, brevemente, alguns exemplos relacionados à área de ciências da natureza temos as Olimpíadas Brasileiras de Física (OBF), de Química (OBQ), de Biologia (OBB), de Neurociências (OBN), de Saúde e Meio Ambiente (OBSMA), de Agropecuária (OBAP), dentre outras. Para além destas, temos ainda importantes olimpíadas das áreas de Ciências exatas e humanas, como as Olimpíadas Brasileira de Matemática (OBM) e de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), de Robótica (OBR), de Astronomia e Astrofísica (OBA), de História (OBH), apenas para citar alguns exemplos (Abreu *et al.*, 2022).

Em relação à produção acadêmica envolvendo olimpíadas científicas, nota-se certa escassez de estudos que investiguem esses eventos, algo que é recorrentemente pontuado (Rezende e Ostermann, 2012; Rocha *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2021; Abreu *et al.*, 2022). Deste modo, a produção de relatos de experiência, estudos de caso, revisões e outras metodologias investigativas se faz necessária, visando produzir mais conhecimento sobre o assunto.

Considerando a relevância do estudo de olimpíadas científicas, Mutanen e Aksela (2018) realizaram um estudo com estudantes participantes das Olimpíadas de Biologia da Finlândia, e através de questionários e entrevistas, concluíram que o período de “treino” foi particularmente importante para os alunos, tendo despertado vocações em muitos para a área da ciência.

Silva (2016) oferece suporte no entendimento do cenário das olimpíadas em território nacional. Este autor realizou uma revisão bibliográfica robusta das publicações sobre olimpíadas de ciências no Brasil. Nessa investigação, do tipo “estado da arte”, o autor realizou um levantamento bibliográfico com análise

qualitativa dos materiais encontrados, sendo: 7 artigos, 6 dissertações e 1 tese. Da análise qualitativa do material, ele observou que as olimpíadas têm o potencial de contribuir com a educação ao servir como parâmetros de avaliação, inovação e motivação. O autor também conclui sobre a necessidade de mais pesquisas relacionadas às OC's e suas relações com o ensino formal.

Giacomini e Lüdke (2017), num artigo que buscava divulgar o desempenho de um grupo de alunos, de uma certa instituição, nas olimpíadas nacionais, realizaram entrevistas e análises quantitativas e qualitativas do material amostral, através de análise estatística e análise textual discursiva para os resultados obtidos. Os autores concluem que o excelente rendimento dos alunos justificava uma divulgação mais contundente da qualidade da instituição através de anúncios em mídias diversas.

Ainda sobre autores que utilizaram entrevistas, questionários e análises quantitativas e qualitativas de materiais podemos citar o trabalho de Rocha *et al.* (2016) que focou na relação ampla das olimpíadas no desenvolvimento da educação brasileira, e o artigo publicado por Gomes *et al.* (2023), que ainda está no estágio de pré-print até a presente data, mas que nos informa dos resultados de uma análise exploratória na qual os autores analisaram quantitativa e qualitativamente questões de 9 edições da OBB. O interessante desse último artigo é que, em sua conclusão, os autores propõem alternativas de estudos que seriam úteis e necessários na ampliação do conhecimento sobre olimpíadas, com metodologias que incluem análise de conteúdo das provas e entrevistas com discentes e docentes participantes dos eventos.

Rezende e Ostermann (2012) problematizam as olimpíadas científicas, que reconhecem como uma medida de estado que visa a melhoria do ensino, sobretudo, em áreas historicamente excludentes como as ciências naturais; argumentando, contudo, contrariamente à competitividade e a favor da interação e da colaboração no processo educativo.

Vieira *et al.* (2023) apresentam uma análise densa e detalhada de editais do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) cuja finalidade seria financiar OC's, visando a divulgação científica. Os autores debruçaram-se sobre centenas de editais num período de onze anos, identificando os principais elementos contidos nessas propostas. Sem muita surpresa, a maioria dos editais contemplados era sobre ciências exatas e da terra, propostos por sociedades científicas situadas na região sudeste do Brasil e coordenadas por

homens. O objetivo mais recorrente era o de despertar o interesse pela área da ciência que dava o nome à olimpíada; e os termos “divulgação” e “popularização” da ciência eram apenas implícitos na maioria, fato que os autores consideraram digno de nota.

3.2 Olimpíadas de Biologia e OBB

Dentre as olimpíadas existentes e citadas, de especial interesse a este trabalho está a Olimpíada Brasileira de Biologia. A OBB foi criada em 2005, a princípio, organizada pela Associação Nacional de Biossegurança (ANBio), passando, contudo, no ano de 2017, a ser organizada pelo Instituto Butantan (Alcântara *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2021). Atualmente, ela se encontra em sua vigésima edição. Nos moldes atuais, cada edição é composta por duas fases de provas objetivas de cunho eliminatório e classificatório, e uma fase seletiva para as Olimpíadas Internacionais de Biologia (OIB) e para as Olimpíadas Ibero-Americanas de Biologia (OIAB) para os participantes mais bem colocados (Waldez *et al.*, 2014; Alcântara *et al.*, 2021).

O artigo de Waldez *et al.* (2014) relata a realização da primeira OBB na região do Alto Solimões, onde se situam diversos municípios na área da Amazônia Brasileira. A intenção foi avaliar o rendimento de um grupo de alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM), campus Tabatinga, na prova da primeira fase da nona edição da OBB. Para isso, os autores procederam a uma metodologia que envolvia análise e caracterização das questões da prova quanto ao conteúdo específico, e o número de acertos de cada aluno na prova, considerando os assuntos das questões e as séries em que estavam. A maioria dos alunos teve número de acertos abaixo da média regional. Conseqüentemente, os autores concluem que estratégias que visem melhorar o desempenho dos alunos deveriam considerar revisão das práticas didáticas e recursos pedagógicos utilizados. Segundo eles, um maior número de aulas práticas em laboratório, atividades extraclasse e projetos de extensão seriam alternativas positivas tanto aos alunos como aos professores envolvidos.

Com metodologia semelhante, e também situado na região amazônica, Seixas e Taddei (2016) utilizaram os resultados de alunos de escolas estaduais em uma olimpíada regional de biologia para avaliar a aprendizagem dessa matéria por esse grupo. Embora não se trate da OBB, achei pertinente mencionar esse trabalho,

especialmente por seu diálogo com o texto anterior. Os autores fazem um diagnóstico dos principais fatores que afetam as relações de ensino e aprendizagem do grupo estudado; desde socioeconômicos, até pedagógicos. Assim como em Waldez *et al.* (2014), o rendimento dos alunos foi abaixo da média em todas as escolas participantes. Interessantemente, esses dois últimos textos demonstram o potencial dessas competições em produzir dados que podem ser utilizados na avaliação das estruturas de ensino e aprendizagem em instituições e sistemas de ensino.

Enquanto eventos presenciais, as olimpíadas estão vulneráveis aos contratempos que possam surgir, desde questões meramente logísticas até fenômenos globais de recessão, como foi o caso da pandemia viral do início dos anos 20 do presente século. Nesse contexto, Alcântara *et al.* (2021) apresentam uma metodologia remota utilizada na edição da OBB naquele ano, voltada à capacitação dos vencedores para a participação nas olimpíadas internacionais de Biologia. Essa capacitação, normalmente, ocorre presencialmente na sede do Instituto Butantan. Segundo os autores, a plataforma virtual, fruto de parceria público-privada, ampliaria o acesso de mais estudantes aos conteúdos, democratizando o processo. Mesmo com todo esse otimismo, os autores são obrigados a reconhecer no final que o acesso aos recursos digitais ainda é desigual no Brasil, e enquanto essa questão não for resolvida, qualquer iniciativa, por mais bem-intencionada que seja, continuaria tendo impacto limitado.

Dentre os estudos cujo foco era a OBB, Oliveira *et al.* (2021) realizou uma análise dos conteúdos e competências exigidas nas provas dessa olimpíada; para isso, os autores revisaram as provas no período entre 2007 e 2016, investigando três quesitos: a qual área da Biologia determinada questão pertencia; quais relações interdisciplinares poderiam ser estabelecidas a partir do tema; e, finalmente, a partir de uma matriz referencial do INEP, a(s) competência(s) do Ensino Médio que a questão trabalhava.

A metodologia do estudo envolveu análises quantitativas e qualitativas do conteúdo das provas, utilizando um farto arcabouço de literatura referencial, como artigos, livros, trabalhos acadêmicos, normas técnicas etc. A pesquisa foi, portanto, de caráter bibliográfico e documental. As questões foram analisadas quanto à sua estrutura: contextualização ou não via texto-base, elementos gráficos, figuras, comandos etc. Como suporte à classificação das questões, utilizou-se um livro do

programa nacional do livro didático (PNLD), de biologia, cujo sumário serviu de guia sobre os assuntos abordados no Ensino Médio, e a matriz de competências do INEP.

Em resumo, os autores avaliam as questões da OBB como bem estruturadas, lembrando, inclusive, as do ENEM. Contudo, os elementos textuais de gráficos nem sempre são imprescindíveis à resolução da questão. Elogiam a diversidade de temas presentes nas provas e o fato de que as questões, em geral, buscam trabalhar os temas de maneira integral e não fragmentada. De fato, pela minha experiência pessoal, posso confirmar que as provas mais antigas da OBB eram mais carregadas de “decoreba”, ao passo que, nos últimos anos, observa-se uma tendência ao aumento de questões mais sofisticadas.

Os autores finalizam o artigo afirmando sua pretensão em construir um acervo de materiais que seriam utilizados no preparo de alunos à participação em competições científicas, e até mesmo na orientação das bancas de questões de provas das futuras edições da OBB. Esse artigo seria, assim, um esforço no sentido de enriquecer a literatura restrita sobre olimpíadas científicas, em especial sobre OBB.

3.3 Taxonomia revisada de Bloom

A taxonomia de objetivos educacionais proposta por Benjamim Samuel Bloom (1913-1999) – daqui em diante referida como Taxonomia de Bloom (TB) ou, em sua forma revisada, Taxonomia revisada de Bloom (TRB) –, genericamente falando, consiste em uma estrutura para classificação de objetivos que se espera serem atingidos como resultado do processo de ensino (Krathwohl, 2002). A TRB, portanto, pode ser entendida como um instrumento que auxilia o ensino em seu planejamento, estruturação, organização e avaliação, buscando identificar objetivos direcionados ao desenvolvimento cognitivo, no que se refere à obtenção de conhecimentos, competências e atitudes que possam nortear o planejamento do ensino (Ferraz e Belhot, 2010).

Em 1956, uma estrutura para categorização de objetivos educacionais foi publicada por uma equipe de especialistas liderada por B. S. Bloom. Desde sua publicação, o livro, já traduzido para mais de 20 idiomas, tem fornecido a base para o desenvolvimento de testes e currículos ao redor do mundo (Anderson, Krathwohl *et al.*, 2001). O livro contendo a taxonomia original (TO) passou por uma densa revisão e, no ano de 2001, foi publicado “*A taxonomy for learning, teaching, and*

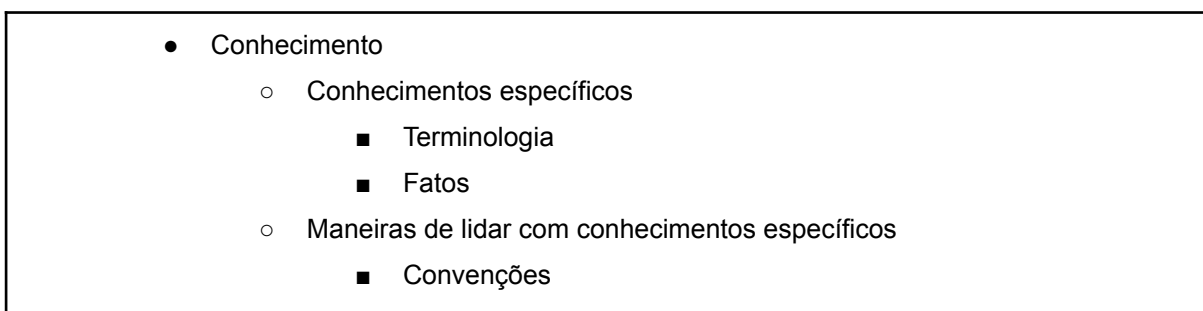
assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives”, onde todos os detalhes sobre as mudanças estruturais foram apresentados e justificados, além de incluir exemplos de sua aplicação.

Os autores justificaram a necessidade de uma revisão por dois motivos principais: primeiro, reforçar nos educadores os potenciais da TO, especialmente no que se refere à padronização de currículos e testes autênticos; segundo, atualizar a estrutura da taxonomia às mudanças práticas e aos novos conhecimentos da área da educação.

Embora a taxonomia tenha diversas aplicações importantes no planejamento do ensino, a de maior relevância a este trabalho é a relacionada à produção de testes e itens objetivos. Considerando que a criação constante de testes avaliativos é uma atividade trabalhosa, a criação de uma estrutura comum e padronizada que permitisse a classificação de objetivos educacionais a serem atingidos, auxiliaria, em última análise, a criação e compartilhamento de itens de teste entre professores. A partir dessa conclusão, o grupo de trabalho original da TB focou no estabelecimento de um vocabulário padronizado que indicaria qual componente do ensino de uma disciplina determinada questão estaria testando. Foram criadas assim categorias e subcategorias que permitiriam essa classificação de itens com relação a determinado objetivo de ensino (Anderson, Krathwohl *et al.*, 2001).

Com relação à sua estrutura, a TB, em sua forma original, trabalhava com seis categorias de processos cognitivos, a saber: conhecimento, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação (Krathwohl, 2002). Essas categorias foram detalhadas em subcategorias e estavam organizadas em ordem de complexidade, significando que para atingir uma categoria superior, assume-se que a anterior também já teria sido atingida. O resultado pode ser representado como na estrutura representada na Figura 2 (traduzida de Anderson, Krathwohl *et al.*, 2001):

Figura 2 - Estrutura da Taxonomia de Bloom



- Tendências
- Classificações e categorias
- Critérios
- Metodologias
- Abstrações
- Princípios e generalizações
- Teorias e estruturas
- Compreensão
 - Tradução
 - Interpretação
 - Extrapolação
- Aplicação
- Análise
 - Elementos
 - Relações
 - Princípios organizacionais
- Síntese
 - Produção de comunicação única
 - Produção de um plano ou proposta de conjunto de operações
 - Derivação de conjunto de relações abstratas
- Avaliação
 - Julgamentos segundo evidência interna
 - Julgamentos segundo critérios externos

Fonte: adaptado de Anderson, Krathwohl *et al.*, 2001

Os objetivos a serem atingidos com o processo de ensino podem ser enunciados na forma de uma frase contendo um conteúdo específico (substantivo) juntamente com o que se espera do aluno com relação àquele conteúdo (verbo). Na organização original, a categoria “conhecimento”, por sua natureza, acabava podendo pertencer tanto ao conteúdo quanto ao verbo, o que dava à TO um caráter unidimensional. Essa limitação foi resolvida na revisão com a criação de dimensões separadas para “conhecimento”, que assumiria a função de conteúdo, e “processos cognitivos”, que cumpririam a função de verbo (Krathwohl, 2002).

As figuras 3 e 4, traduzidas e adaptadas de Anderson, Krathwohl *et al.* (2001), ilustram e resumem a estrutura da TRB, enfatizando as duas dimensões: conhecimento e processos cognitivos.

Na TRB, a dimensão conhecimento está reorganizada em quatro categorias

principais, as quais, por sua vez, contêm subcategorias mais específicas. Três dessas categorias possuem equivalentes na TO, ao passo que a quarta é inédita, sendo fruto dos avanços das pesquisas em educação.

Figura 3 - Dimensão do conhecimento segundo a Taxonomia Revisada de Bloom

Dimensão do Conhecimento	
Principais tipos e Subtipos	Exemplos
Efetivo / Factual: Elementos básicos para a resolução de problemas	
Terminologia	Vocabulário técnico; símbolos.
Detalhes específicos	Fontes de recursos naturais; fontes confiáveis de informação.
Conceitual: Interrelação entre elementos fatuais	
Classificação e categorias	Períodos de tempo geológico; formas de empreendimentos.
Princípios e generalizações	Teorema de Pitágoras; lei de oferta e demanda.
Teorias, modelos e estruturas	Teoria da evolução; estrutura do congresso.
Procedural: Como fazer algo	
Competências e fórmulas específicas	Pintura com aquarela; divisão com números inteiros.
Técnicas e métodos específicos	Técnicas de entrevista; método científico
Critérios sobre uso de procedimentos	Quando aplicar a segunda lei de Mendel; métodos para estimativa de custos.
Metacognitivo: Consciência sobre o conhecimento de uma maneira geral	
Estratégias	Delineamento para capturar a estrutura de uma unidade de assunto de uma matéria; conhecimento de heurística.
Conhecimento condicional e contextual	Tipos de teste que determinado professor aplica; demandas cognitivas de diferentes testes.
Autoconhecimento	Forte em criticar ensaios, mas fraco em escrevê-los; conhecimento sobre o próprio nível de conhecimento.

Fonte: adaptado de Anderson, Krathwohl *et al.*, 2001

Na versão original da TB os processos cognitivos superiores à categoria conhecimento (ex. compreensão, aplicação, análise) representados, então, na forma de substantivos, foram substituídos por verbos no gerúndio. Essa adaptação se justificou por incluir termos advindos das pesquisas em teoria cognitiva e por serem termos frequentemente presentes nos objetivos e planos de ensino de professores (Anderson, Krathwohl *et al.* 2001). A figura 4 resume essa nova configuração para a

TRB.

Figura 4 - Dimensão dos processos cognitivos segundo a Taxonomia Revisada de Bloom

Dimensão do Processo Cognitivo		
Categorias e Processos Cognitivos	Nomes alternativos	Definições e exemplos
Lembrar: Recuperar conhecimentos relevantes em memórias de longo prazo.		
Reconhecendo	Identificando	Localizando conhecimentos, em memórias de longo prazo, consistentes com material apresentado (ex.: reconhecer datas de eventos importantes na história dos Estados Unidos)
Recordando	Recuperando	Recuperando conhecimentos relevantes em memórias de longo prazo (ex.: recordar datas de eventos importantes na história dos Estados Unidos)
Entender: Construir significados a partir de mensagens instrucionais, incluindo comunicação oral, escrita e gráfica.		
Interpretando	Esclarecendo, parafraseando, representando, traduzindo	Mudando de uma forma de representação para outra (ex.: numérico para verbal)
Exemplificando	Ilustrando, instanciando	Encontrando exemplos específicos ou ilustrações de um conceito, ou princípio (ex.: dar exemplos de vários estilos de pintura)
Classificando	Categorizando, subsumindo	Determinando que algo pertence a uma categoria (ex.: classificar casos observados e descritos de desordens mentais)
Sumarizando	Abstraindo, generalizando	Abstraindo um tema geral ou ponto principal (ex.: resumir um evento retratado em um vídeo)
Inferindo	Concluindo, extrapolando, interpolando, predizendo	Tirando uma conclusão lógica de uma informação apresentada (ex.: ao aprender uma norma língua, inferir princípios gramaticais a partir de exemplos)
Comparando	Contrastando, mapeando, combinando	Detectando correspondência entre duas ideias, objetos e similares (ex.: comparar eventos)

		históricos a situações contemporâneas)
Explicando	Construindo modelos	Construindo um modelo de causa e efeito de um sistema (ex.: explicar as causas de eventos importantes do século 18 na França)
Aplicar: Executar um procedimento em uma determinada situação		
Executando	Levando a cabo	Aplicando um procedimento a uma tarefa que se tem familiaridade (ex.: dividir números inteiros com múltiplos dígitos)
Implementando	Usando	Aplicando um procedimento a uma tarefa a qual não se tem familiaridade (ex.: usar a segunda lei de Newton em situações apropriadas)
Analisar: Quebrar um material em suas partes constituintes e determinar como as partes se relacionam entre si e com o todo.		
Diferenciando	Discriminando, distinguindo, focando, selecionando	Distinguindo partes importantes/relevantes de não importantes/relevantes de um material apresentado (ex.: distinguir números relevantes e irrelevantes em um problema matemático de palavras)
Organizando	Integrando, delineando, decifrando, escrutinando	Determinando como elementos se inserem ou se comportam em uma estrutura (ex.: evidência estrutural em uma descrição histórica, em evidências, a favor e contra uma explicação histórica específica)
Atribuindo	Desconstruindo	Determinando um ponto de vista, viés, valores ou intenções em um material apresentado (ex.: determinar o ponto de vista do autor de um ensaio considerando sua visão política)
Avaliar: Fazer julgamentos com base em critérios e padrões		
Checando	Coordenando, detectando, monitorando, testando	Detectando inconsistências ou falácias em um processo ou produto; determinar se um processo ou produto tem inconsistências internas; detectar a efetividade de um procedimento enquanto está

		sendo implementado (ex.: determinar se as conclusões de um cientista estão conforme os dados observados)
Criticando	Julgando	Detectando inconsistências entre um produto e um critério externo, determinando se há consistência externa; detectar a adequação de um procedimento para um determinado problema (ex.: julgar qual entre dois métodos é o mais adequado para resolver determinado problema)
Criar: Juntar elementos para criar um todo coerente e funcional; reorganizar elementos em um novo padrão ou estrutura.		
Gerando	Hipotetizando	Levantando hipóteses alternativas baseadas em critérios (ex.: propor uma hipótese para um fenômeno observado)
Planejando	Designando	Concebendo um procedimento para atingir uma tarefa (ex.: planejar um artigo sobre algum assunto histórico)
Produzindo	Construindo	Inventando um produto (ex.: construir habitats para um propósito específico)

Fonte: adaptado de Anderson, Krathwohl *et al.*, 2001

A configuração em duas dimensões permite a relação entre estas, o que levou à criação de um modelo bidimensional chamado tabela taxonômica (Figura 5). Esse recurso permite a classificação e análise de objetivos educacionais e testes avaliativos (Anderson, Krathwohl *et al.* 2001), algo que será importante para a metodologia proposta para esta monografia.

Figura 5 - Tabela taxonômica

Conhecimento	Processos cognitivos					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo / Factual						
Conceitual						
Procedural						
Metacognitivo						

Fonte: adaptado de Anderson, Krathwohl *et al.*, 2001

Como discutido anteriormente, a estrutura revisada da TB permite uma ampla variedade de aplicações possíveis, desde a definição de objetivos de desenvolvimento cognitivo, avaliação e até mesmo construção de currículos. Ela pode, por exemplo, servir como referencial para a organização curricular de um curso, ao permitir que os objetivos instrucionais pretendidos sejam antecipados, organizados e avaliados.

Nesse contexto, Ferraz e Belhot (2010) discutem a possibilidade do uso da TRB na organização de uma disciplina do curso de engenharia. Esses autores argumentam que o desenvolvimento cognitivo é otimizado seguindo uma hierarquia de complexidade, do mais geral ao mais específico, acompanhados de um planejamento eficaz e métodos de avaliação pertinentes. O artigo é ilustrado com exemplos específicos da organização de um módulo de uma disciplina hipotética, e terminam por concluir que a estrutura da TRB oferece o suporte adequado para atingir esses objetivos.

Com relação ao uso da TRB para a análise de itens objetivos, Ferreira (2021), em sua monografia de conclusão de curso, analisou itens do ENEM entre os anos de 2015 e 2020, com recorte específico para os itens de ecologia. O objetivo do trabalho era, além do levantamento dos itens dessa temática no período estipulado, sua classificação em termos de complexidade cognitiva através da categorização segundo TRB. O autor justificou a relevância da pesquisa pela importância da prova do ENEM no contexto da educação nacional, especialmente em sua relevância para a formação de currículos e abordagens pedagógicas. A pesquisa, segundo o autor, foi de caráter qualitativo e de análise documental. Os itens foram organizados em categorias temáticas criadas pelo autor, e a classificação relativa à TRB foi feita com discussões em grupo por um painel de especialistas. O autor conclui, a partir dos dados, que há um predomínio de itens de baixa demanda cognitiva, sendo a maioria classificada nas categorias de conhecimento 'Factual' e 'Conceitual', e nos processos cognitivos 'Lembrar' e 'Entender', que estão na base da hierarquia cognitiva da TRB.

A proposta do presente trabalho dialoga fortemente com o trabalho de Ferreira (2021), ficando as diferenças mais importantes por conta de as provas da OBB, objeto da análise desta monografia, não serem avaliações de larga escala, tendo, portanto, efeito limitado em formulações curriculares. Entretanto, como

discutido anteriormente, as provas de olimpíadas científicas têm o poder de inspirar desde atividades locais até projetos educacionais mais amplos, o que as torna ferramentas potentes no ensino e na alfabetização científica de nossos alunos.

Certamente não exauri a literatura pertinente à TRB, por receio de já ter me estendido demais nessa introdução, contudo, creio que os trabalhos citados ilustram a amplitude de possibilidades que o uso da TRB oferece, criando o ambiente perfeito para que sigamos à apresentação dos resultados e da discussão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento bibliográfico, realizado através do Google acadêmico, de onde foram obtidos os artigos sobre olimpíadas científicas que serviram tanto como referencial teórico como na composição dos resultados desta pesquisa foi realizado em dois momentos. No primeiro momento, utilizando o termo “Olimpíada Brasileira de Biologia”, sem as aspas, no dia 23 de janeiro de 2024, obteve-se um total de 7.540 resultados, dos quais 14, que apareceram na primeira página, foram selecionados para leitura por sua pertinência ao tema de estudo. É importante salientar que os resultados exibidos não se limitavam à OBB. Três dias depois, a pesquisa foi repetida incluindo os resultados das páginas subsequentes visando ampliar o corpus de referenciais de análises, não se restringindo aos resultados da primeira página.

Assim, no dia 26 de janeiro, o mesmo termo foi utilizado, retornando 4.870 resultados, dos quais foram selecionados 1 da primeira página, 2 da segunda página e 3 da terceira página. O número menor de resultados selecionados nesse segundo momento de pesquisa se justifica pelo fato de eu ter ignorado os artigos que já haviam aparecido no primeiro momento. Foram obtidos, portanto, ao todo, 20 artigos sobre olimpíadas científicas que participaram desta monografia.

A maioria dos artigos (15) era sobre OC's, no geral; alguns sobre outras OC's, como de física, química, história; e apenas cinco eram especificamente sobre OBB.

4.1 Diversidade de publicações sobre olimpíadas científicas e de conhecimento

Como constatado por diversos autores, já citados anteriormente, a literatura sobre olimpíadas científicas, especialmente OBB, é muito carente. Entretanto, os estudos existentes revelam todo o potencial que a análise desses eventos têm a

oferecer para a melhoria do ensino no Brasil. Deste modo, vou apresentar, nesta seção, de forma resumida, alguns estudos referentes a outras olimpíadas científicas, com especial interesse em suas metodologias e, sobretudo, suas conclusões.

4.1.1 Matemática

A primeira olimpíada de Matemática ocorreu no ano de 1894, na Hungria, voltada a alunos do último ano de escolas secundárias; já no Brasil, a primeira edição da olimpíada nacional de Matemática ocorreria apenas em 1967, em São Paulo. Atualmente, a OBM está a cargo dos ministérios de Ciência e Tecnologia e da Educação, com realização pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada e pela Sociedade Brasileira de Matemática (Almeida et al, 2023).

Nesse mesmo contexto, e voltada principalmente ao público das escolas públicas, a OBMEP é uma das mais populares olimpíadas de conhecimento no Brasil, testando as habilidades de seus participantes na área de exatas. Segundo seu site oficial, no último ano foram mais de 55 mil escolas inscritas, contabilizando mais de 18 milhões de alunos participantes (OBMEP, 2024).

Desse modo, qualquer iniciativa que aproxime o público da Matemática e ofereça subsídios ao seu ensino é sempre bem-vinda, sobretudo, posto que esta é considerada a matéria mais difícil, como bem observado por Seixas e Taddei (2016). As olimpíadas de Matemática têm o potencial de atrair estudantes para a área de exatas mostrando que a Matemática pode ser bem mais fascinante do que o visto na escola, tendo em vista seu objetivo de incentivar o ensino da Matemática de forma prazerosa e dinâmica (Almeida et al, 2023).

Outro aspecto importante de se comentar, e que dialoga fortemente com as urgências da modernização do ensino, é a interdisciplinaridade. A matemática se destaca como uma das matérias mais interdisciplinares, estando presente em praticamente todos os esforços de conhecimento humano. Apenas como um exemplo, Oliveira *et al.* (2021) identificaram que a Matemática, juntamente com a Geografia, eram as matérias que mais surgiam de maneira interdisciplinar em questões de provas da OBB em um dado período, o que demonstra seu alto potencial de articulação a outras áreas do conhecimento, especialmente nas Ciências Naturais.

Bigolin *et al.* (2019) tratam da participação feminina em olimpíadas de Matemática, nacionais e internacionais. O estudo é parte de um projeto de extensão,

ligado à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em conjunto com escolas públicas da região, que visa estimular e apoiar a participação feminina em sua inserção na área de ciência e tecnologia, inclusive, através da participação em OC's. O artigo, além de rico em dados, traz discussões sobre fatores que limitam a participação de meninas em olimpíadas de exatas e na ciência como um todo, como a maternidade e a carência de incentivo por parte da família e da comunidade, e de políticas de incentivo.

E por fim, ainda se tratando da presença feminina na Matemática e Ciências Exatas, Silva e Vale (2020) analisam a participação feminina em olimpíadas como OBM, OBMEP, OBA e na Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG). Trata-se de uma pesquisa essencialmente qualitativa de análise documental, com uma longa discussão sobre o lugar das mulheres no ambiente científico, especialmente nas áreas exatas.

Os resultados apontam para uma clara disparidade entre os sexos nas premiações finais das olimpíadas, com as meninas tendo menos alcance às melhores colocações. Em sua conclusão, ponderam que esses resultados são fruto de fatores sociais e culturais complexos, mas que podem ser revertidos com iniciativas de inclusão feminina nessas áreas, além de adaptações nos processos avaliativos.

4.1.2 Física

A OBF é uma das mais populares olimpíadas científicas. Nesse contexto, Erthal *et al.* (2015) realizaram uma revisão de provas da OBF a partir da análise e caracterização de suas questões. O objetivo do estudo foi traçar um perfil das provas dessa olimpíada, investigando os conteúdos cobrados nas provas e o modo como eram abordados. Para isso, desenvolveram uma metodologia de análise, discriminando as questões em grupos com as principais áreas de conhecimento da Física. O trabalho de revisão envolveu provas datadas desde 1999 até o ano de 2013, o que permitiu aos autores uma análise temporal mais holística da estrutura da prova, revelando uma tendência a uma maior contextualização e interdisciplinaridade nas últimas edições analisadas, o que, como comentam os autores, estaria em concordância com o proposto em documentos oficiais da educação brasileira, como os Parâmetros Nacionais Curriculares (PCN).

Para além do fato de ser um trabalho de análise e caracterização de questões objetivas, que se aproxima do proposto para esta monografia, os autores desse artigo demonstram um alto grau de otimismo com as possibilidades de uso das provas da OBF no ensino de Física, a que eles se referem como “a instauração de uma cultura de utilização das atividades da OBF no contexto escolar” (Erthal *et al.* 2015, p. 156), sentimento esse que compartilho em relação à OBB.

Interessados no aspecto da divulgação científica, Pereira e Marega Jr. (2019) avaliaram dados sobre a participação e desempenho de participantes da OBF. Os autores observaram que o desempenho dos participantes dessa olimpíada não difere muito do observado em outras provas avaliativas em nível estadual, nacional e internacional. Para eles, apesar de as olimpíadas cumprirem uma importante função na divulgação e estímulo ao estudo das ciências, elas ainda não seriam um fator preponderante na escolha de determinada área da ciência como opção de carreira.

4.1.3 Química

Além da Biologia e da Física, a Química também é uma importante área das ciências naturais, e a OBQ herda esse prestígio sendo uma olimpíada bem conceituada e popular. Nesse contexto, Lira *et al.* (2018) divulgam um projeto de extensão para valorização e incentivo à docência em Química, ligado ao Instituto Federal de Educação da Paraíba (IFPB), cujo propósito é oferecer a seus alunos, e alunos de escolas parceiras, muitos deles de baixa renda, um maior contato com a matéria, capacitando-os para a participação em certames olímpicos, e, até mesmo, para o ENEM.

As aulas preparatórias eram ministradas por discentes do curso de licenciatura em Química, que tinham nessa atividade uma oportunidade de adquirir experiências e aprimorar sua didática. Inclusive, muitos afirmaram que a experiência foi positiva por extrapolar os muros da universidade, aproximando-os da comunidade. A comunidade, por sua vez, se beneficiou de um maior contato com o meio acadêmico e com uma área importante das ciências naturais, cujo valor, como já mencionado, superava a mera participação em olimpíadas. Artigos como esse revelam que as olimpíadas científicas, além de um evento intelectual, têm também uma importância social latente, que pode e deve ser explorada com iniciativas como esta.

4.1.4 Outras olimpíadas

Além das ciências naturais, as ciências humanas também possuem suas olimpíadas de conhecimento. Nesse contexto, Meneguello (2012) avalia o processo de realização da Olimpíada Nacional de História do Brasil (ONHB). O texto abrange desde a importância do apoio financeiro e em infraestrutura, até pontos mais técnicos e específicos como a estrutura das questões e das tarefas realizadas; os assuntos tratados e método de avaliação das respostas, privilegiando o aspecto crítico da leitura histórica; o uso de documentos históricos oficiais no acesso a informações fidedignas; e, por fim, mas não menos importante, a participação ativa da escola e dos professores formando uma verdadeira equipe olímpica e trabalhando em conjunto para atingir o objetivo esperado, o que dá a essa olimpíada um aspecto peculiar.

Em uma monografia de conclusão de curso de especialização em divulgação da ciência, vinculado ao Museu da Vida, da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Silva (2020) investiga os recursos didáticos existentes no acervo da FIOCRUZ que, segundo conclui o autor, poderiam ser utilizados em projetos de capacitação à participação na OBSMA, promovida por esta instituição.

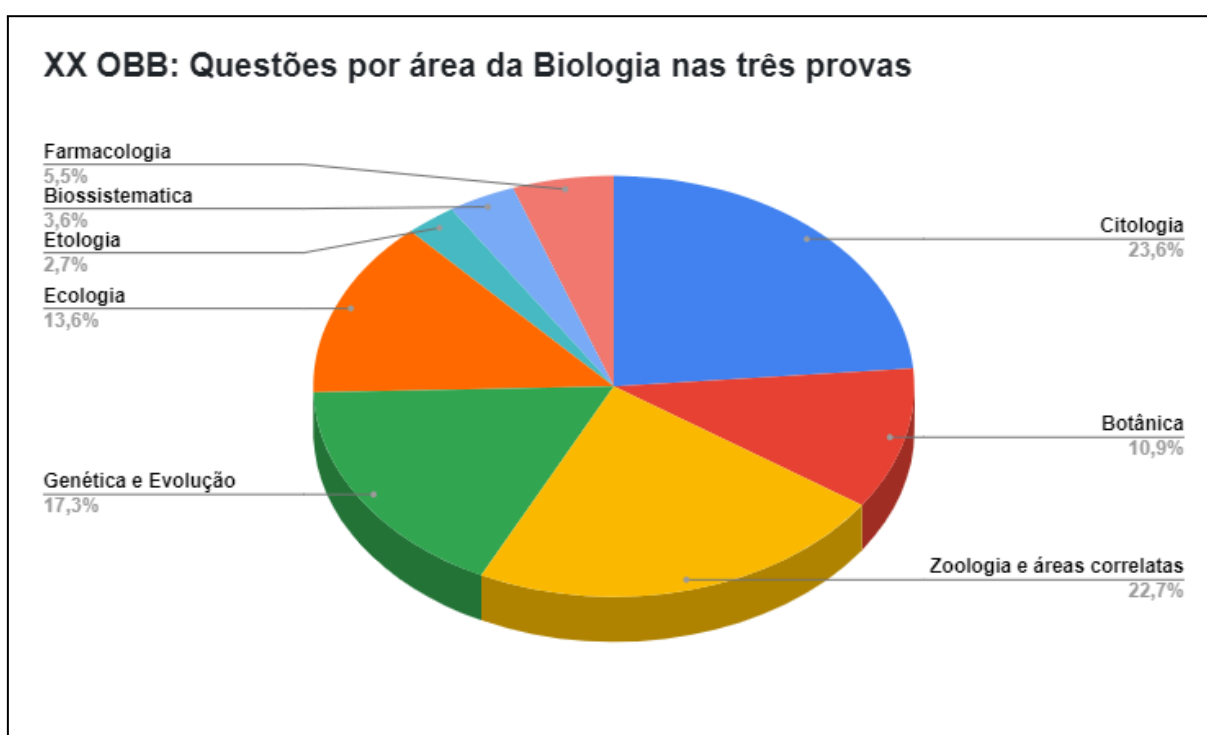
Analisando os resultados de alunos de determinado colégio nas OBM, OBB, OBR e ONHB, Almeida (2023) enfatiza o aspecto motivacional das olimpíadas científicas em estimular um maior envolvimento dos alunos com as matérias, e o consequente desenvolvimento de habilidades importantes tanto aos alunos como aos professores. Assim, esse artigo reforça a importância acadêmica e social das olimpíadas, além da possibilidade da avaliação da qualidade institucional pelos resultados nestas.

Com esta seção, busquei ilustrar a diversidade de publicações sobre OC's e de conhecimento, focando em sua ampla diversidade de objetivos, metodologias e discussões realizadas. Como já mencionado, é notório que existe uma carência muito grande de publicações que trabalhem esses eventos, ainda que não se queira, com isso, subestimar a riqueza e importância daquelas existentes. A presente monografia se apresenta, portanto, como um esforço no sentido de valorizar esse tema de pesquisa, além de enriquecer a literatura existente com uma metodologia ainda não utilizada no contexto das OC's.

4.2 Caracterização das provas da XX OBB analisadas

As questões das provas da OBB abrangem praticamente todas as áreas da Biologia, e a classificação das questões das provas aqui analisadas foi realizada considerando o conteúdo geral disponível no próprio site do Butantan, no endereço mencionado na seção de metodologia. O critério para a classificação de cada questão em determinada área foi a identificação do conteúdo da questão e sua relação com uma das áreas do conteúdo geral estabelecidas pela OBB, como explicado na seção de metodologia. A proporção de questões representantes das diversas áreas da Biologia presentes nas três provas analisadas está apresentada na figura 6.

Figura 6 - Proporção das questões por área da Biologia nas provas da XX OBB



Fonte: Os autores, 2024.

Na figura acima, observa-se um predomínio de questões de citologia e zoologia, seguidas por genética, ecologia e botânica. As demais áreas estavam presentes em menor proporção, demonstrando que, embora exista uma tendência à exigência de assuntos mais recorrentes, é perceptível um esforço pela diversificação do conteúdo. A maior frequência de questões das áreas molecular e da saúde pode também indicar, como bem observado por Oliveira (2021), uma tendência à abordagem de conteúdos relevantes e atuais nas provas. Um quadro detalhado

com a classificação das questões em sua respectiva área da biologia está disponível no ANEXO A.

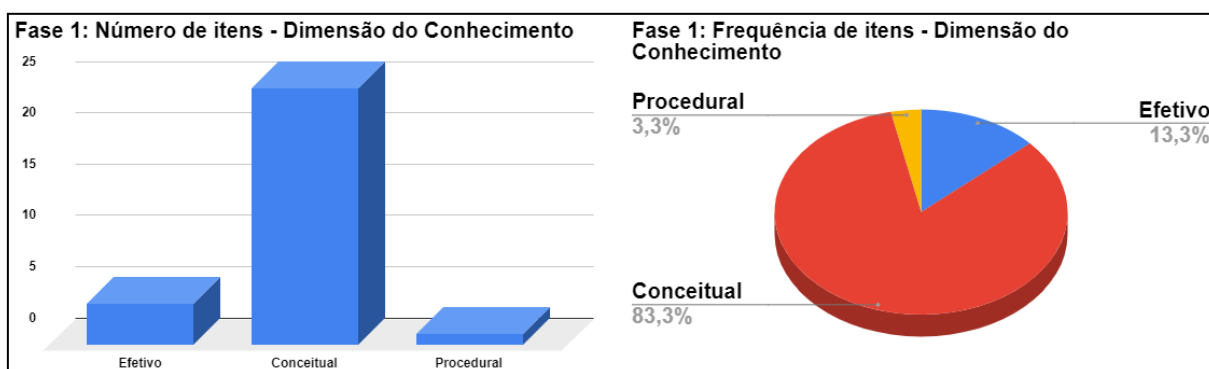
4.3 Taxonomia de Bloom aplicada às questões da XX OBB

Passemos agora aos resultados das análises dos itens objetivos das três provas analisadas.

4.3.1 Fase 1

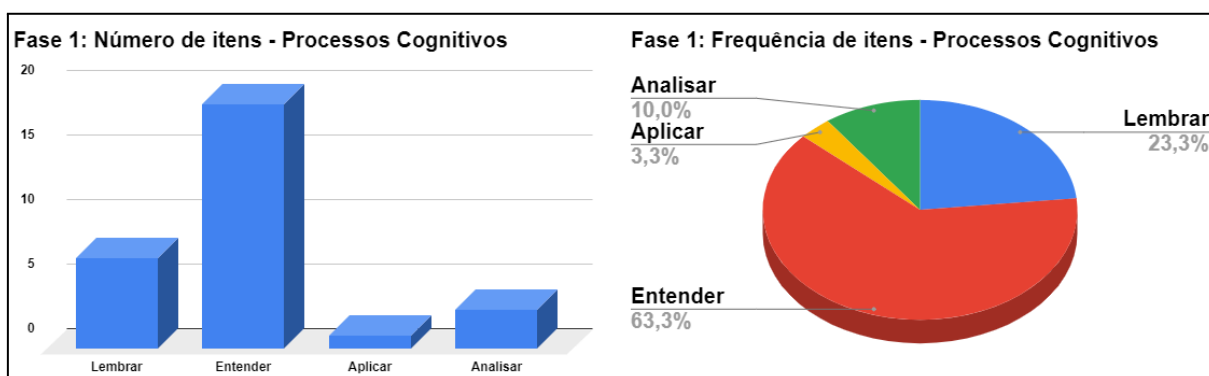
A primeira fase contou com uma prova de 30 itens objetivos. Os resultados das análises dos itens uma vez submetidos à TRB estão representados na(s) figuras 7 e 8:

Figura 7 - Número e frequência de itens por classe da dimensão do conhecimento na primeira fase da XX OBB



Fonte: Os autores, 2024

Figura 8 - Número e frequência de itens por classe da dimensão dos processos cognitivos na primeira fase da XX OBB



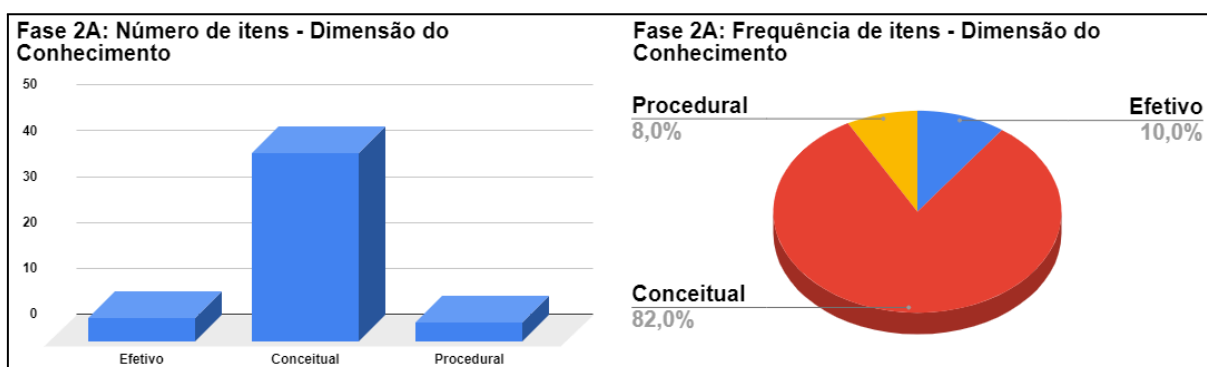
Fonte: Os autores, 2024

Nesta primeira fase, observamos a predominância de questões classificadas na categoria “conceitual” da dimensão do conhecimento e na categoria “entender” da dimensão dos processos cognitivos. Com relação à dimensão do conhecimento, as categorias “efetivo” e “procedural” aparecem em um menor número de questões. Nenhuma questão foi classificada na categoria “metacognitivo”. Com relação à dimensão dos processos cognitivos, as categorias “lembrar”, “aplicar” e “analisar” aparecem em um menor número de questões. Nenhuma questão foi classificada nas categorias “avaliar” e “criar”.

4.3.2 Fase 2A

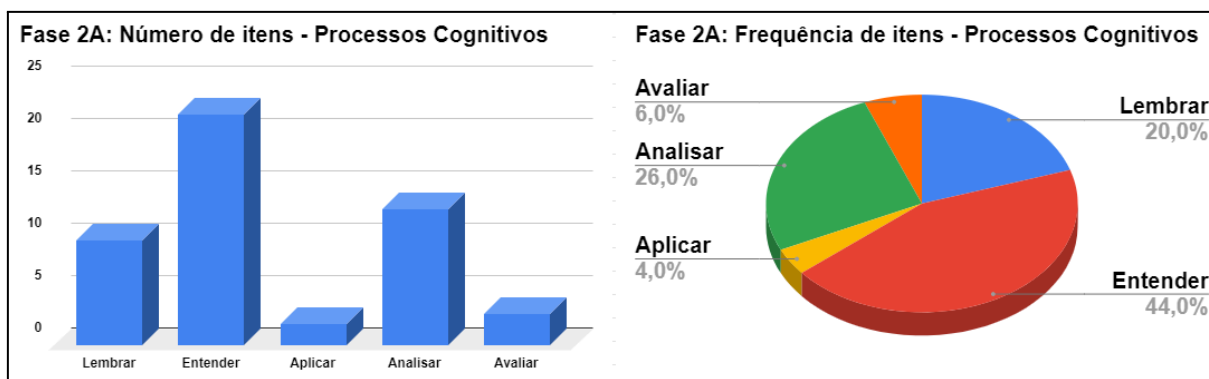
A fase 2A se deu através de uma prova de 50 itens objetivos. Os resultados das análises dos itens, uma vez submetidos à TRB, estão representados nas figuras 9 e 10:

Figura 9 - Número e frequência por classe da dimensão do conhecimento na fase 2A da XX OBB



Fonte: Os autores, 2024

Figura 10 - Número e frequência de itens por classe da dimensão dos processos cognitivos na fase 2A da XX OBB



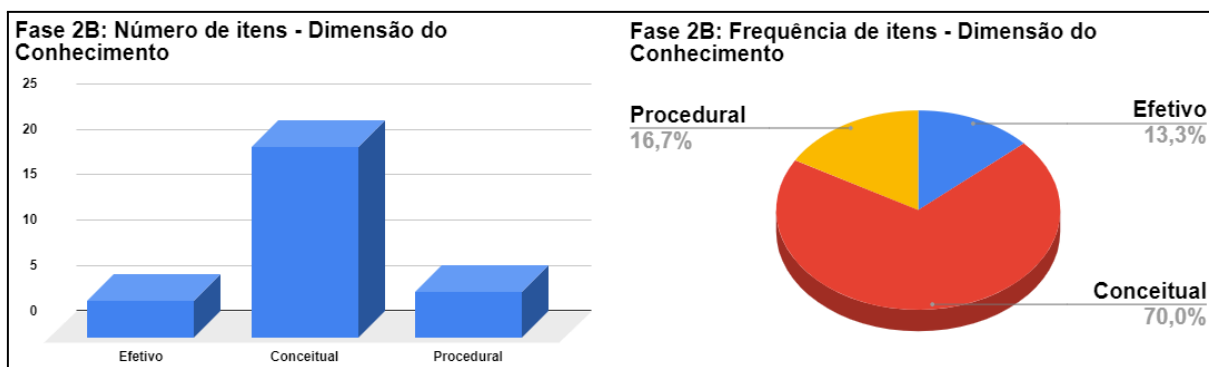
Fonte: Os autores, 2024

Na fase 2A, também observamos a predominância de questões classificadas na categoria “conceitual” da dimensão do conhecimento e na categoria “entender” da dimensão dos processos cognitivos. Com relação à dimensão do conhecimento, as categorias “efetivo” e “procedural” aparecem em um menor número de questões. Nenhuma questão foi classificada na categoria “metacognitivo”. Com relação à dimensão dos processos cognitivos, as categorias “lembrar”, “aplicar”, “analisar” e “avaliar” aparecem em um menor número de questões. Chama-se a atenção, no entanto, para um aumento perceptível do número de questões “analisar” e a ocorrência de questões “criar”, estas últimas, mais complexas do ponto de vista da hierarquia taxonômica, e ausentes na prova da primeira fase. Nenhuma questão foi classificada na categoria “criar”.

4.3.3 Fase 2B

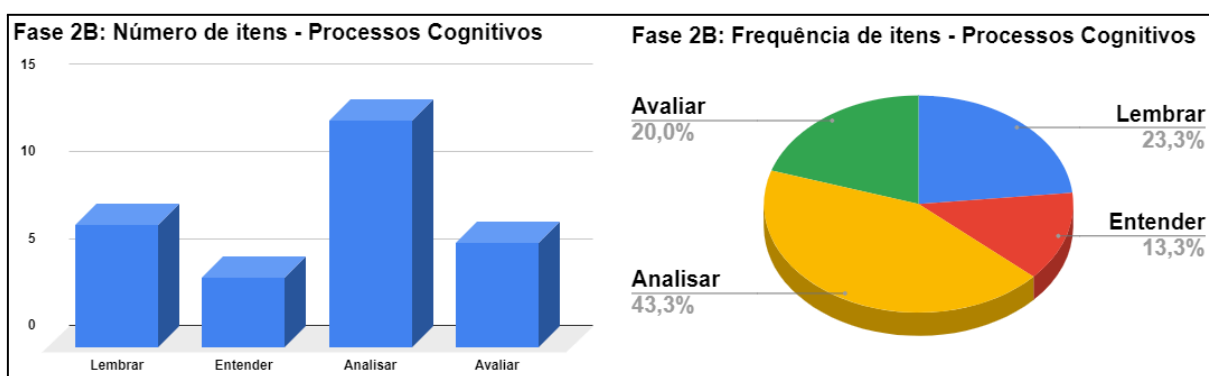
A prova da fase 2B foi constituída de 30 itens objetivos. Os resultados das análises dos itens, uma vez submetidos à TRB, estão representados nas figuras 11 e 12:

Figura 11 - Número e frequência por classe da dimensão do conhecimento na fase 2B da XX OBB



Fonte: Os autores, 2024

Figura 12 - Número e frequência de itens por classe da dimensão dos processos cognitivos na fase 2B da XX OBB



Fonte: Os autores, 2024

Na fase 2B, finalmente observamos uma mudança importante nas categorias predominantes no itens da prova. Nesta prova, assim como nas fases anteriores, observamos a predominância de questões classificadas na categoria “conceitual” da dimensão do conhecimento, entretanto, predominam as questões da categoria “analisar” da dimensão dos processos cognitivos, acompanhadas de um aumento perceptível das questões “avaliar”, apontando, a princípio, para um aumento da complexidade geral dos itens nesta prova. Com relação à dimensão do conhecimento, as categorias “efetivo” e “procedural” aparecem em um menor número de questões. Nenhuma questão foi classificada na categoria “metacognitivo”. Com relação à dimensão dos processos cognitivos, as categorias “lembrar”, “entender” e “avaliar” aparecem em um menor número de questões, e observa-se um aumento da frequência desta última comparativamente à fase anterior. Nenhuma questão foi classificada nas categorias “aplicar” e “criar”. Além do exposto, nota-se nesta fase uma predominância de itens de verdadeiro ou falso, que

fogem do padrão esperado de um item projetado seguindo a estrutura da taxonomia de Bloom. Esse fator, embora não invalide a possibilidade de uma análise a partir dessa estrutura, limita, até certo ponto, o alcance de conclusões mais concretas sobre as classificações dos itens.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa objetivou discutir as olimpíadas científicas, ilustrando a diversidade de propostas metodológicas no tratamento do tema, e, em seguida, mergulhando no universo da OBB, através de uma perspectiva original, ao trazer a taxonomia revisada de Bloom para a análise de seus itens.

A revisão de literatura realizada revelou que, a despeito da escassez de publicações referentes a olimpíadas de conhecimento, existe uma riqueza e diversidade interessantes de metodologias e abordagens na discussão sobre esse tema. Faço aqui um destaque especial aos artigos de revisão que são essenciais na organização do estado da arte do conhecimento sobre o assunto. Artigos que se propõem a fazer análises mais objetivas, quantitativas e empíricas sobre os dados resultados das olimpíadas também são de extrema importância na produção e divulgação de informações mais específicas que podem, eventualmente, auxiliar e estimular professores e alunos na preparação para as competições, assim como as próprias bancas organizadoras na identificação de pontos a serem melhorados.

As publicações são importantes, ainda, ao revelarem os desafios que grupos minoritários tendem a enfrentar ao participarem das olimpíadas. Assim, artigos que abordam os desafios estruturais, sociológicos e tecnológicos de alunos pertencentes a classes sociais menos favorecidas são fundamentais na conscientização sobre este tema. Diversos artigos discutem também as dificuldades enfrentadas pelo público feminino, especialmente nas áreas das ciências naturais e da Matemática, e algumas iniciativas interessantes na tentativa de resolução desses desafios, através do estímulo a uma maior participação, segurança e acessibilidade deste público aos eventos.

Com relação à pergunta principal deste trabalho, nossa metodologia investigativa e os resultados aqui obtidos apontam para um aumento na complexidade dos itens componentes das provas da XX OBB com o avançar das fases da competição. A predominância de itens “analisar” e “avaliar” na fase 2B, sugere que seus itens demandam uma maior capacidade cognitiva dentro da hierarquia da TRB.

Como discutido anteriormente, a análise de itens, segundo a estrutura da TRB, pode ser limitada em itens que não sejam projetados seguindo seus parâmetros. Assim, é importante reconhecer que os resultados aqui encontrados, embora possam ser indicativos de uma tendência, não são definitivamente

conclusivos. Além disso, nossa metodologia é limitada para fazer generalizações a todas as outras edições da OBB, ficando limitados à edição investigada. Admite-se, portanto, para concluir esta monografia, que mais estudos seriam necessários para se alcançar respostas mais robustas nesse sentido.

REFERÊNCIAS

ABREU, Willian V. de *et al.* Olimpíadas científicas: análise dos projetos apoiados por editais do CNPq (2005-2015). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 39, n. 1, p. 59-82, 2022.

ALCANTARA, Queren A.; FREIRE, Flávia P.; DE ANDRADE, Sonia A. 17ª Olimpíada de Brasileira Biologia: Um caso de Inovação Educacional. **Ciência em Síntese**, v. 1, n. 1, 2021.

ALMEIDA, Telma P. N. C.; FREITAS, Charles L. S.; DE ANDRADE, Pablo D. G. Colégio Diocesano Santa Luzia (CDSL) – lugar de resultados em olimpíadas do conhecimento e seus impactos na formação discente. *In*: Congresso Nacional de Educação, IX 2023. João Pessoa - Paraíba. **Anais IX CONEDU**. Campina Grande: Editora Realize, 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/97678>. Acesso em: 11 Out. 2024.

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

BIGOLIN, Nara M. *et al.* Meninas Olímpicas: estimulando o protagonismo feminino nas ciências e tecnologia. **Cadernos de Gênero e Tecnologia**, v. 12, n. 39, p. 133-147, 2019.

BUTANTAN. **Conteúdo geral**. Disponível em: <https://olimpiadasdebiologia.butantan.gov.br/conteudo-abordado/conteudo-geral>. Acesso em: 03 Out. 2024.

BUTANTAN. **Provas, gabaritos e classificações**. Disponível em: <https://olimpiadasdebiologia.butantan.gov.br/provas-gabaritos-e-classificacoes>. Acesso em: 03 out. 2024.

ERTHAL, João P. C. *et al.* Análise e caracterização das questões das provas da Olimpíada Brasileira de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 142-156, 2015.

FERREIRA, Rafael da S. **Ecologia nas Avaliações do ENEM. Uma investigação sobre a estrutura dos itens que envolvem essa temática.** 2021. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências e Biologia) – Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa, Extensão e Cultura, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Biologia, Colégio Pedro II, Rio de Janeiro, 2021.

FERRAZ, Ana Paula C. M.; BELHOT, Renato V. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetos instrucionais. **Gestão e Produção**, v.17, n. 2, p. 421-431, 2010.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa.** Artmed editora, 2008.

GIACOMINI, Alexandre; LÜDKE, Everton. A divulgação do desempenho dos alunos do colégio militar de Salvador em Olimpíadas Científicas Nacionais como forma de reforçar sua imagem institucional. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 4, p. 7-17, 2017.

GOMES, Thaysa. T. de A.; D'ANDREA, Rosiclea. M. S.; MACHADO-FILHO, Hermes. The Brazilian Biology Olympiad: the “x” of the question. **SciELO Preprints**, 2023. DOI: 10.1590/SciELOPreprints.5494. Disponível em: <https://preprints.scielo.org/index.php/scielo/preprint/view/5494>. Acesso em: 24 oct. 2024.

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

LIRA, Andrea de L. *et al.* Olimpíada brasileira de química: ciência a serviço de todos. **Revista Práxis: saberes da extensão**, v. 6, n. 13, p. 43-52, 2018.

LUVEZUTE KRIPKA, Rosana Maria; SCHELLER, Morgana; DE LARA BONOTTO, Danusa. Pesquisa documental na pesquisa qualitativa: conceitos e caracterização. **Revista de Investigaciones de la UNAD**, v. 14, n. 2, 2015.

MENEGUELLO, Cristina. Olimpíada Nacional em História do Brasil: uma aventura intelectual. **Revista História Hoje**, v. 5, n. 14, p. 1-14, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos. *In: Actas del PIDEC: Programa internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias*, v. 5, 2003, Porto Alegre. **Anais V PIDEC**. Porto Alegre, Editora UFRGS. 2003. p. 101-136, 2003.

MUTANEN, Justus; AKSELA, Maija. The relevance of non-formal Biology Olympiad training for upper secondary school students. **LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education**, v. 6, n. 2, p. 126–145-126–145, 2018.

OBMEP. **Em números**. Disponível em: <http://obmep.org.br/em-numeros.htm>. 2023. Acesso em: 25 Nov. 2024.

OLIVEIRA, Wemerson C. *et al.* Olimpíadas Brasileiras de Biologia: conteúdos e competências exigidos. **Revista Thema**, v. 19, n. 1, p. 53-70, 2021.

PEREIRA, Ricardo G.; MAREGA JR, Euclides. A olimpíada brasileira de física no estado de São Paulo e a difusão do conhecimento na Universidade de São Paulo. **Revista de Cultura e Extensão USP**, v. 1, p. 37-42, 2009.

REZENDE, Flávia; OSTERMANN, Fernanda. Olimpíadas de ciências: uma prática em questão. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 18, p. 245-256, 2012.

ROCHA, Thiago O. *et al.* As olimpíadas científicas no desenvolvimento da educação brasileira. *In: Congresso Nacional de Educação*, III, 2016, Natal - Rio Grande do Norte. **Anais III CONEDU**. Campina Grande. Editora Realize. 2016. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/20340>. Acesso em: 5 out. 2024.

SEIXAS, Rondinelli F.; TADDEI, Fabiano G. Olimpíada parintinense de biologia como instrumento para a avaliação do ensino nas escolas estaduais de Parintins AM. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, 2016.

SILVA, Renato C. de. **O estado da arte das publicações sobre as olimpíadas de ciências no Brasil**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação Em Ciências e Matemática) - Pró-reitoria de pós-graduação - PRPG, Universidade Federal De Goiás, Goiânia, 2016.

SILVA, Aline B. da; VALLE, Mariana G. do. Representatividade feminina nas olimpíadas brasileiras de conhecimento. *In*: EPEN XXV - Reunião Científica Regional Nordeste da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Educação. 2020, Salvador - Bahia. **Anais XXV EPEN**. Rio de Janeiro, ANPEd. 2020. Disponível em: https://anais.anped.org.br/regionais/sites/default/files/trabalhos/20/6645-TEXTO_PR_OPOSTA_COMPLETO.pdf. Acesso em: 15 Out. 2024.

SILVA, Livia F. da. **Recursos didáticos em acesso aberto da Fundação Oswaldo Cruz para os participantes da Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente: um mapeamento exploratório**. 2020. Monografia (Especialização em Divulgação e Popularização da Ciência) – Fundação Oswaldo Cruz. Casa de Oswaldo Cruz. Museu da Vida; Universidade Federal do Rio de Janeiro. Casa da Ciência; Fundação CECIERJ; Museu de Astronomia e Ciências Afins; Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

SINGH, Vijay. Science Olympiad. *In*: GUNSTONE R. (Eds). **Encyclopedia of Science Education**. Springer, Dordrecht. 2014.

WALDEZ, Fabiano *et al.* Olimpíada de ciências biológicas como ferramenta para o ensino de biologia no alto Solimões, Amazônia brasileira. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, 2014.

ANEXO A – TABELA TAXONÔMICA DOS ITENS DAS TRÊS FASES DA XX OBB

Fase 1

Conhecimento	Processos cognitivos					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo	3, 9, 13, 17					
Conceitual	24, 25, 28	1, 2, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 26, 27, 29		7, 8, 16		
Procedural			30			
Metacognitivo						

Fase 2A

Conhecimento	Processos cognitivos					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo	2, 27, 42, 46	49				
Conceitual	3, 5, 13, 23, 33, 34	1, 4, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 19, 24, 28, 30, 32, 37, 38, 41, 43, 45, 47	6, 21	7, 18, 22, 26, 29, 31, 35, 39, 48, 50	9, 44	
Procedural				20, 25, 36	40	
Metacognitivo						

Fase 2B

Conhecimento	Processos cognitivos					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisar	Avaliar	Criar
Efetivo	9, 14, 17, 22					
Conceitual	4, 7, 10	5, 6, 15, 29		2, 3, 8, 16, 18, 23, 24, 26, 28, 30	1, 11, 21, 27	
Procedural				19, 20, 25	12, 13	
Metacognitivo						

APÊNDICE A – QUESTÕES DA PROVA DA FASE 1 DA XX OB

ESTUDANTE: _____
 TURMA/SÉRIE: _____
 NASCIMENTO: ____/____/____

Instruções:

- Leia as questões com atenção, use caneta azul ou preta para preencher a folha de respostas, e não use corretivo.
- Respostas rasuradas ou a lápis serão invalidadas.
- Esta prova contém 5 páginas de perguntas e 1 página-resposta.
- O gabarito provisório estará disponível no site da OB dia 11 de março.
- **ESTUDANTES NÃO PODEM LEVAR A PROVA PARA CASA, PODENDO O CADERNO DE PERGUNTAS SER DEVOLVIDO SOMENTE A PARTIR DO DIA 8 DE MAIO.**
- Boa prova e que Darwin e Mendel estejam ao seu lado!

Utilize o texto a seguir para responder as questões 1 a 3.

Vacina da dengue do Butantan tem eficácia “muito satisfatória”, mas ainda está em desenvolvimento e precisa de aprovação da Anvisa.

Imunizante é de dose única, o que facilita a distribuição e implica em uma imunização mais rápida, e oferece proteção contra os quatro sorotipos do vírus.

A candidata a vacina contra a dengue do Instituto Butantan, que apresentou eficácia de 79,6%, apresenta resultados bastante positivos, mas ainda precisa finalizar os ensaios clínicos e passar por processo regulatório antes de ser disponibilizada à população. A informação é do diretor do Instituto, Esper Kallás, que participou de uma entrevista coletiva junto ao governador de São Paulo em exercício, Felício Ramuth, e ao secretário de Saúde, Eleuses Paiva, na manhã desta terça (6/2). Na semana passada, os primeiros dados do acompanhamento dos voluntários vacinados foram publicados na *New England Journal of Medicine*, uma das revistas científicas mais conceituadas do mundo.

“Os resultados que temos de dois anos são muito satisfatórios. Estamos na fase final de desenvolvimento do estudo de fase 3, que vai completar o acompanhamento do último voluntário no meio desse ano. Estamos consolidando os dados de seguimento controlado para saber se a proteção de 80% é sustentada durante cinco anos”, explicou Esper, que é médico infectologista do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, e participou do estudo como investigador principal. Fonte: <https://butantan.gov.br/noticias/vacina-da-dengue-do-butantan-tem-eficacia-796muito-satisfatoria-80-mas-ainda-esta-em-desenvolvimento-e-precisa-de-aprovacao-da-anvisa>

1) A nova vacina que previne a dengue, desenvolvida pelo Instituto Butantan, possui dose única, sendo essa uma das vantagens em relação à vacina atualmente aplicada no Brasil onde se utilizam em duas doses. Pode-se destacar que uma vantagem de vacinas de aplicação única é:

- a) possuir o mesmo número de vacinas produzidas e imunizar o dobro de pessoas.
- b) não promover imunoproteção contra os quatro sorotipos da dengue.
- c) garantir maior produção de anticorpos.
- d) possuir maior concentração de anticorpos em cada dose aplicada.
- e) inocular mais células de memória por paciente imunizado.

2) A eficiência das vacinas pode ser testada através da aferição de:

- a) quantidade de anticorpos recebidos por indivíduos vacinados e não vacinados.
- b) comparação da produção de imunoglobulinas específicas ao patógeno e formação de células de memória entre pessoas imunizadas e não imunizadas.
- c) facilidade de armazenamento e distribuição.
- d) número de doses necessárias para verificação de antígenos virais no organismo vacinado.
- e) quantidade de vírus atenuados presentes em cada dose vacinal.

3) A estrutura viral comumente presente nas vacinas que é utilizada no reconhecimento pelo sistema imunológico estimulando a produção de anticorpos está presente no(a):

- a) capsídeo.
- b) peptídeos glicanos.
- c) membrana plasmática.
- d) lipídeos.
- e) parede celular.

4) Mudanças climáticas globais, como o agravamento do efeito estufa, vêm aumentando o número de casos de dengue em regiões mais frias, onde historicamente o número de casos dessa arbovirose é menor. Esse aumento está associado a:

- a) expansão da área de distribuição do vetor da doença.
- b) maior transmissão direta do vírus em temperaturas mais elevadas.
- c) maior metabolismo viral em altas temperaturas.
- d) aumento da chance de contaminação da água consumida pela população.
- e) diminuição do acesso a condições ideais de saúde nas populações afetadas pela seca.

5) O *El Niño* é caracterizado pelo aquecimento anormal e persistente da superfície do Oceano Pacífico na região da Linha do Equador, podendo se estender desde a costa da América do Sul até o meio do Pacífico Equatorial.

Durante o fenômeno, que, normalmente, começa a se formar no segundo semestre do ano, as águas ficam, pelo menos, 0,5°C acima da média por um longo período de tempo de, no mínimo, seis meses. O ano de 2023 foi marcado por esse fenômeno que vem se manifestando de forma intensa até hoje.

Fonte: <https://portal.inmet.gov.br/noticias/o-que-e-el-nino-e-qual-os-impactos-do-el-nino-entenda-agora>

A ação do fenômeno descrito acima faz com que se espere um maior aumento nos casos de dengue e demais arboviroses nas regiões:

- a) norte / nordeste.
- b) norte / centro-oeste.
- c) nordeste / sudeste.
- d) sul / sudeste.
- e) sul / nordeste.

6) Os lebistes (*Poecilia reticulata*), peixes predadores de larvas de mosquitos, conhecidos popularmente como barrigudinho ou guppy tiveram sua eficácia comprovada no controle biológico do *Aedes aegypti*. Os estudos evidenciaram que as larvas foram utilizadas como fonte de alimento de alta qualidade para os peixes.



Foto: divulgação Embrapa

A descoberta permitiu a diminuição do uso de larvicida a partir da introdução do peixe em locais onde os larvicidas não eram eficazes ou onde havia registro de alta incidência do mosquito.

Fonte: <https://www.canalrural.com.br/aves-e-suinos/peixes/peixe-barrigudinho-e-aliado-contra-dengue-ika-e-chikungunya>

O uso de peixes no combate às larvas do mosquito *A. aegypti* caracteriza um exemplo de:

- biomagnificação.
- eutrofização.
- adubação verde.
- controle químico.
- controle biológico.

Observe o hemograma abaixo com resultados para cinco diferentes pacientes e responda as questões 7 e 8

Indivíduo	Eritrócitos (milhões/mL)	Leucócitos (mil/mL)	Trombócitos (mil/mL)
I	4,5	7,9	480,0
II	3,0	9,0	43,4
III	6,2	7,3	265,0
IV	2,3	9,8	325,0
V	4,9	14,2	227,5
Valores de referência	4,4 a 5,9	4,0 a 11,0	150,0 a 450,0

7) O paciente com dengue deve ficar atento a pequenos sangramentos, como na gengiva, que podem indicar a ocorrência da forma mais grave da doença. Dos indivíduos acima, o que deve apresentar essa sintomatologia é o:

- I
- II
- III
- IV
- V

8) Em localidades de elevada altitude normalmente observa-se menores médias de temperatura e, dessa forma, menos casos de dengue e outras arboviroses. Os dados do hemograma acima indicam que o paciente que deve ser originário deste tipo de localidade é o:

- I
- II
- III
- IV
- V

9) Muitas pessoas utilizam altas doses de complexo B acreditando que estas vitaminas evitam a picada de mosquitos. Embora não haja nenhuma comprovação científica que tal prática seja eficaz, algumas vitaminas do complexo B podem aumentar a produção de eritrócitos funcionais. Essas vitaminas são:

- ácido fólico e ácido ascórbico.
- ácido fólico e retinol.
- ácido fólico e cobalamina.
- cobalamina e retinol.
- retinol e calciferol.

10) Uma nova fábrica, inaugurada hoje em Juazeiro - BA, vai ampliar em oito vezes a produção nacional do mosquito modificado da dengue. Esse pode ser mais um passo para expandir, no país, uma tecnologia que reduz a circulação do *Aedes aegypti*. Os machos do mosquito são modificados para transmitir genes letais à sua prole. O *Aedes* acaba morrendo ainda na fase de larva, diminuindo a população do mosquito, que é vetor da dengue. Segundo os cientistas, essa experiência já é a mais ampla no mundo com os *Aedes*, testados em menores proporções nas Ilhas Cayman e na Malásia.

Fonte: <https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/1116566-bahia-abre-fabrica-de-iaedes/>

A técnica utilizada na modificação desse mosquito consiste na introdução de gene exógeno (inexistente no mosquito) em seu genoma. Essa técnica caracteriza uma aplicação de:

- clonagem.
- DNA fingerprint.
- PCR.
- transgenia.
- DGGE.

Utilize o texto a seguir para responder as questões 11 e 15.

Refaunação – no inglês, *rewilding* – é uma ação de conservação cujo objetivo é restaurar e proteger os processos naturais de ecossistemas prejudicados pela extinção local de espécies, através da reintrodução destes animais extintos nestes ambientes. O termo foi criado nos anos 90 pelo conservacionista e ativista Dave Foreman, como um método para preservar os ecossistemas funcionais e reduzir a perda de biodiversidade.

A reversão ativa da extinção de animais é uma proposta tão desafiadora quanto a prevenção de extinções. As tentativas em curso incluem a reprodução de animais em criadouros científicos e conservacionistas com a esperança da reintrodução de espécies predadoras e espécies-chave em áreas onde estas se tornaram localmente extintas e na conexão de áreas protegidas fragmentadas, através de corredores ecológicos.

Um exemplo bem próximo é o do mico-leão-dourado (*Leontopithecus rosalia*). Nas florestas da Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro, esta espécie foi quase extinta, mas graças a um bem-sucedido projeto de refaunação foi possível recriá-la em cativeiro e reinseri-la em seu habitat. Após três décadas de esforço, os micos que estavam prestes a desaparecer, agora são comuns nas matas.

Fonte adaptado de: <https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/28847-o-que-e-refaunacao/>

11) A utilização de corredores ecológicos facilita a reprodução de indivíduos antes isolados em fragmentos florestais. Esse aumento do fluxo reprodutivo de indivíduos de uma mesma população promove de forma DIRETA o aumento da diversidade:

- de espécies.
- genética.
- de interações.
- de paisagem.
- taxonômica.

12) A reintrodução de espécies possibilita ganhos ecológicos em processos como a dispersão de sementes e polinização. A respeito da questão ecológica assinala a alternativa incorreta:

- a) aumento da biodiversidade local.
- b) aumento da competição intra-específica.
- c) aumento da reciclagem da matéria orgânica.
- d) aumento da diversidade genética.
- e) aceleração das mudanças climáticas globais.

13) A Mata Atlântica é um dos principais hotspots de biodiversidade do planeta. Isso ocorre devido a sua:

- a) alta pluviosidade e densidade florestal.
- b) alta pluviosidade e endemismo.
- c) alta biodiversidade e alto risco de extinção.
- d) grande riqueza animal e mineral.
- e) vasta rede fluvial e presença de grandes centros urbanos.

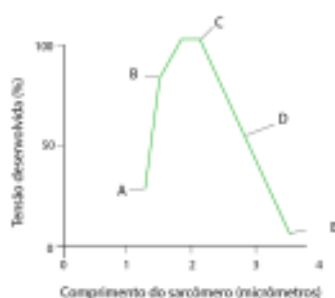
14) Predadores de topo usualmente são espécies-chave do ecossistema uma vez que mantêm o equilíbrio das espécies de uma dada teia trófica. A ação desses predadores promove o(a):

- a) aumento das populações de herbívoros independentemente do número de níveis tróficos da cadeia alimentar.
- b) manutenção das relações mutualísticas entre cianobactérias e fungos.
- c) redução das populações de suas presas reduzindo, assim, a competição interespecífica.
- d) introdução de novas espécies acima da capacidade de suporte ambiental.
- e) execução do potencial biótico das populações de presas.

15) Em biomas como a Mata Atlântica é bastante comum a ocorrência da estratificação vertical da vegetação com um estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo. Espera-se, comparativamente entre estes estratos, que no estrato herbáceo as plantas possuam:

- a) maior incidência de fotossíntese CAM.
- b) maior densidade de estômatos.
- c) maior concentração de lignina e suberina.
- d) menor concentração de pigmentos.
- e) menor área foliar.

Análise o gráfico abaixo que representa variações ocorridas em uma fibra muscular e responda as questões 16 a 18



(John E. Hall. Guyton and Hall Textbook of medical physiology. Adaptado.)

16) O íon cálcio é um dos principais participantes do processo de contração e relaxamento muscular. O ponto indicado no gráfico que deve apresentar uma maior concentração de íons cálcio no sarcoplasma é o:

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

17) A movimentação do corpo depende principalmente da atividade dos músculos estriados esqueléticos. São características desses músculos, EXCETO:

- a) presença de muitos núcleos por célula.
- b) miofibrilas de actina e miosina organizadas na fibra muscular.
- c) controle majoritariamente voluntário.
- d) formato fusiforme da fibra muscular.
- e) receptores para o neurotransmissor acetilcolina.

18) A atividade da musculatura esquelética é mantida através de diversas vias metabólicas responsáveis pela produção de ATP. Atividades repetitivas de alta intensidade, como a de uma maratona são mantidas majoritariamente pela ação da:

- a) fermentação láctica.
- b) fermentação alcoólica.
- c) fermentação acética.
- d) fosfocreatina.
- e) respiração celular.

Utilize o texto a seguir para responder as questões 19 e 20.

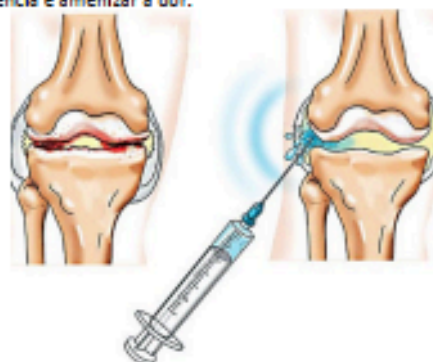
Ácido hialurônico é um biopolímero formado pelo ácido glucurônico e a N-acetilglucosamina. De textura viscosa, existe no líquido sinovial, humor vítreo e no tecido conjuntivo de numerosos organismos, sendo uma importante glicosaminoglicana (GAG) na constituição da articulação. Essa molécula é a única GAG não sulfatada e possui a capacidade de se associar a proteínas para formar agregados moleculares, mas não forma proteoglicanos.

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_hialur%C3%84nico
ACIDO HIALURONICO

19) Muito utilizado em estética e no tratamento de artroses, o ácido hialurônico pode ser obtido a partir da sua produção sintética ou pela atividade de microrganismos. No organismo humano, a organela citoplasmática responsável pela sua biossíntese é o:

- a) retículo endoplasmático.
- b) complexo golgiense.
- c) ribossomo.
- d) mitocôndria.
- e) peroxissomo.

20) O tratamento de artroses pode ser feito através da viscosuplementação (mais conhecida como infiltração), processo no qual ácido hialurônico e outras substâncias são injetadas na cartilagem articular com o objetivo de conferir mais resistência e amenizar a dor.



Fonte: <https://neandrocahl.com.br/wp-content/uploads/2022/04/acido-hialuronico-intra2.jpg>

O procedimento acima descrito é feito com a introdução das substâncias indicadas no:

- a) líquido sinovial. d) condroblasto.
b) condrócito. e) condroplasto.
c) osteoclastos.

Utilize o texto a seguir para responder as questões 21 e 22



Entramos em mais um Dia de Darwin, nesse famoso 12 de fevereiro, comemorando 215 anos desde o nascimento de Charles R. Darwin (1809-1882). Ele foi o primata que além de apontar nossas raízes primatas, reuniu várias fontes de evidência e montou o quebra-cabeça coerente da origem, diversificação, manutenção e especialização natural das espécies de seres vivos ao longo da história de nosso planeta. Evolução biológica, sopa primordial, especiação por barreira geográfica, seleção natural e sexual, são algumas de suas grandes contribuições científicas.

Fonte: <https://www.blogs.unicamp.br/marcoevolutivo/2024/02/12/darwin-day-brasil-2024/>

21) Embora Darwin e Wallace tenham sido pioneiros na defesa da teoria da seleção natural, Lamarck antecedeu a ambos na defesa da teoria evolutiva. A frase abaixo que descreve a evolução seguindo as "leis" propostas por Lamarck é a:

- a) "como o dente siso hoje é desnecessário observa-se já na população humana diversas pessoas que não possuem mais esse dente"
b) "o uso excessivo de celular vem causando mutações e fazendo que as pessoas com o passar do tempo fiquem cada vez mais com problemas de coluna devido a manutenção da cabeça abaixada por muito tempo"
c) "a pandemia de coronavírus selecionou indivíduos que não tinham comorbidades, que por isso apresentavam maior chance de sobrevivência do que pacientes com complicações médicas prévias"
d) "as espécies existem no planeta da mesma forma sempre, extinções só eliminam espécies, não há processos que determinem a origem de novas espécies"
e) "fatores como mutações e deriva gênica ocorrem principalmente em populações isoladas em ilhas como, por exemplo, os tentilhões de Galápagos".

22) São concepções encontradas na teoria Darwinista, EXCETO:

- a) todas as espécies evoluem a partir de um único ancestral.
b) o ambiente é fator crucial na evolução das espécies.
c) a seleção natural aumenta a variabilidade de uma espécie.
d) espécies possuem potencial reprodutivo elevado, mas as condições do ambiente limitam a sobrevivência de seus filhotes.
e) indivíduos de uma mesma espécie possuem caracteres que os diferenciam.

Utilize o texto a seguir para responder as questões 23 e 24.

ICMBIO Costa dos Corais constata um alto índice de branqueamento de corais.

Entre os dias 20 a 24 de julho, o ICMBio Costa dos Corais com o apoio do Projeto Conservação Recife (PCR), realizou em caráter emergencial, uma expedição de campo aos recifes da APA Costa dos Corais (APACC). Essa foi a primeira projeção a campo desde o início do isolamento social para o combate ao novo coronavírus. Os mergulhos foram realizados na zona de preservação da vida marinha (área fechada), nas zonas de visitação ao aquário e nas galés, todos os pontos localizados em Maragogi -AL.



Branqueamento de colônia de coral-cérebro (*Mussaenda hartii*).
Foto: Pedro Pereira.

O objetivo desta expedição de pesquisa, foi de avaliar os efeitos do isolamento social nos ambientes coralíneos, ou seja, avaliar como o ambiente se comportou com a suspensão da visitação pública e da pesca artesanal. Segundo a equipe do ICMBio e PCR, o alarmante foi a constatação de grande onda de branqueamento de várias colônias de corais. O branqueamento é um fenômeno diretamente ligado ao aquecimento das águas dos oceanos a nível global. Os pesquisadores destacaram que 2020 foi o ano com maior aquecimento das águas no interior da unidade de conservação (APACC) desde 1985.

Fonte: <https://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/destaques/194-branqueamento-de-corais.html>

23) O branqueamento dos corais pode estar associado a fatores locais mas também ao aquecimento excessivo da água devido ao agravamento do efeito estufa. O processo de branqueamento ocorre devido a:

- a) proliferação excessiva de bactérias parasitas.
b) perda das zooxantelas, algas associadas aos corais.
c) morte dos cnidários responsáveis pela produção de alimento nos corais.
d) predação excessiva dos corais por peixes e invertebrados marinhos.
e) aumento da relação mutualística entre zooxantelas e cnidários.

24) Os cnidários presentes nos corais, bem como os ctenóforos, são os primeiros animais a apresentarem a diferenciação de folhetos germinativos em seu desenvolvimento embrionário.

Essa diferenciação permite que esses grupos apresentem:

- a) tubo digestivo.
b) tecidos conjuntivos.
c) respiração branquial.
d) sistema nervoso ganglionar.
e) sistema excretor.

Utilize o texto a seguir para responder as questões 25 e 26.

Estudantes de Gestão Ambiental estudam o uso da fibra do coco na construção civil.

Artigo foi apresentado no I Congresso Internacional de Meio Ambiente e Sociedade, em Campina Grande - PB.

Os dias cada vez mais quentes podem até ser desconfortáveis para a maior parte das pessoas, mas o calor excessivo é a temperatura ideal para um setor em específico: o da Agroindústria do Coco. Além do consumo *in natura*, o coco é utilizado em receitas culinárias, na produção de cosméticos e de produtos de limpeza, totalizando uma produção de aproximadamente 2 bilhões de cocos verdes e secos por ano, segundo o Sindicato Nacional dos Produtores de Coco (Sindicoco). Os números, apesar de positivamente escaldantes, escondem um problema que surge como consequência: o que fazer com tantos cocos que são descartados todos os dias? Vale lembrar que cada um deles pesa, em média, 2,5kg e 80% desse total é descartado como lixo, demorando em média 8 anos para se decompor.

Na construção civil, uma das alternativas é atrelar a fibra do coco ao gesso para formar um novo material, ideal para isolamento acústico e térmico. Além disso, a fibra do coco aumenta a espessura do gesso, sendo indicado, assim, para a produção de materiais de vedação e revestimentos leves.

Fonte: <https://portal.ifrn.edu.br/campus/reitoria/noticias/estudantes-de-gestao-ambiental-da-ead-estudam-o-uso-da-fibra-do-coco-na-construcao-civil/>

25) As fibras de coco possuem múltiplos usos sustentáveis na indústria. O tecido vegetal responsável pela formação dessas fibras com elevada resistência é a (a):

- epiderme.
- súber.
- floema.
- colênquima.
- esclerênquima.

26) Os coqueiros são encontrados em todo litoral brasileiro. Uma característica reprodutiva presente nessa planta é:

- fase gametofítica dominante sobre a esporofítica.
- anterozoides flagelados.
- reprodução independente da água devido a presença de tubo polínico.
- sementes nuas.
- endosperma haploide.

Utilize o texto a seguir para responder as questões 27 a 30.

Existe dupla mais popular que essa? Arroz com feijão já se completam, combinados com carne-seca, queijo de coalho e bacon então... Vai dar samba, ou melhor, baião!

INGREDIENTES

500 g de carne-seca
1 xícara (chá) de feijão-fradinho
1 xícara (chá) de arroz
½ cebola finamente picada
1 colher (sopa) de azeite (ou óleo)
½ colher (chá) de sal
1 folha de louro

MODO DE PREPARO

- Corte a carne em cubos e cubra com 5 xícaras (chá) de água fria. Cubra a tigela com um prato (ou filme) e deixe na

geladeira por 24 horas - troque a água pelo menos uma vez durante este período.

- Escorra a água e transfira a carne para a panela de pressão. Complete com água até a metade da panela, tampe e leve ao fogo médio. Assim que a panela começar a apitar, diminua o fogo e deixe cozinhar por 20 minutos.
- Despreze a água do cozimento, junte o feijão-fradinho e repita o passo anterior, mas dessa vez deixe cozinhar por apenas 10 minutos.
- Com uma pinça, transfira os cubos de carne para um prato e desfie com dois garfos - descarte os pedaços maiores de gordura. Sobre uma tigela, passe o feijão por uma peneira e reserve a água do cozimento.
- Leve ao fogo médio uma panela média. Quando aquecer, regue com o azeite e acrescente a cebola. Tempere com o sal e refogue por cerca de 2 minutos, até murchar. Acrescente o arroz e mexa bem por cerca de 1 minuto para envolver todos os grãos com o azeite.
- Meça 2 xícaras (chá) de água do cozimento reservada e regue sobre o arroz. Junte a folha de louro, misture e deixe cozinhar em fogo médio.
- Desligue o fogo e mantenha a panela tampada por 5 minutos para que os grãos terminem de cozinhar no próprio vapor. Depois disso, prepare o refogado. Cubra o baião com o refogado e sirva-se à vontade! Com manteiga de garrafa fica ainda mais gostoso.

Fonte: <https://panelinha.com.br/receita/baião-de-dois>

27) Deixar a carne de molho é uma etapa importante para evitar o excesso de sal. A perda de sal da carne para a água ocorre através do seguinte mecanismo de transporte em membrana:

- osmose.
- difusão simples.
- difusão facilitada.
- transporte ativo.
- exocitose.

28) Sabendo que arroz e feijão são boas fontes de amido, espera-se que após sua ingestão a digestão química desse polissacarídeo ocorrerá na(o):

- boca e estômago.
- boca e intestino delgado.
- boca e intestino grosso.
- estômago e intestino delgado.
- intestino delgado e grosso.

29) A ingestão da gordura da carne e da manteiga de garrafa pode promover um aumento da secreção da bile no intestino. A atuação da bile na digestão ocorre através de:

- ação de lipases que degradam triglicerídeos e esteroides.
- ação de proteases ácidas que promovem a liberação de aminoácidos.
- digestão química dos carboidratos presentes no alimento.
- digestão mecânica dos triglicerídeos.
- emulsificação de proteínas.

30) Em algumas variedades de bovinos de corte a ausência de chifres é produzida por um gene autossômico dominante C. Suponha que um touro sem chifres, filho de uma vaca com chifres, cruze com uma vaca com chifres gerando 3 bezerras. A probabilidade de nenhum dos bezerras possuir chifre é de:

- 3/2
- 1/2
- 1/4
- 1/6
- 1/8

FIM DA PROVA

APÊNDICE B – QUESTÕES DA PROVA DA FASE 2A DA XX OBB

ESTUDANTE: _____
TURMA/SÉRIE: _____
NASCIMENTO: ___/___/____

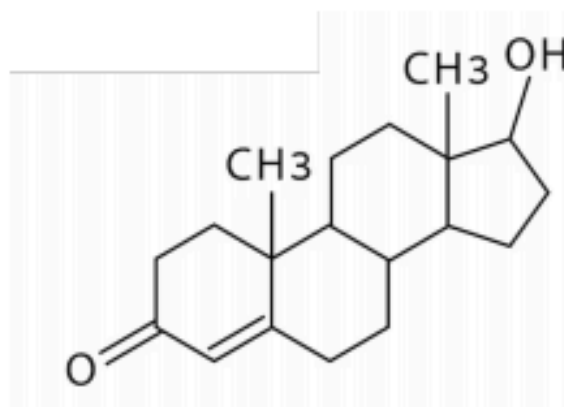
Instruções:

- Leia as questões com atenção, use caneta azul ou preta para preencher a folha de respostas, e não use corretivo.
- Respostas rasuradas ou a lápis serão invalidadas.
- Esta prova contém 15 páginas de perguntas e 1 página-resposta
- O gabarito provisório estará disponível no sistema do professor às 14h do dia 08/04/2024.
- ESTUDANTES NÃO PODEM LEVAR A PROVA PARA CASA, PODENDO O CADERNO DE PERGUNTAS SER DEVOLVIDO SOMENTE APÓS A DIVULGAÇÃO DA PROVA PELA OBB.
- Boa prova e que Darwin e Mendel estejam ao seu lado!

01) O Brasil é reconhecido mundialmente por sua excelência em transplantes de órgãos, tecidos e células, com quase 100% desses procedimentos sendo realizados pelo Sistema Único de Saúde (SUS), destacando-se como líder global nesta área. Uma das inovações mais promissoras em estudos para reduzir a rejeição de órgãos transplantados é a técnica de descclularização, que envolve a remoção de células do doador. O restante do órgão pode então ser repovoado com células do próprio receptor, diminuindo o risco de rejeição ao transplante. Assinale a alternativa correta sobre a inovação.

- Descclularização remove apenas células sanguíneas, permitindo repovoar a matriz extracelular com qualquer tipo de célula do receptor.
- Somente células do tecido conjuntivo são removidas, deixando células sanguíneas do receptor repovoarem a matriz extracelular.
- Mantém-se somente a matriz extracelular; células tronco pluripotentes do receptor são as únicas para repovoar.
- Todas as células são removidas, preservando a matriz para repovoação por células reprogramáveis do receptor, exceto hemácias.
- Após descclularização, qualquer célula do receptor pode ser reprogramada e utilizada para repovoar o órgão, prevenindo rejeição.

02) O termo "fake natty", popularizado pelo nutricionista Rodrigo Góes, critica aqueles que afirmam obter hipertrofia muscular exclusivamente por métodos naturais, mas recorrem ao uso de substâncias anabolizantes, o "suco", como o Durateston. Esta mistura de ésteres de testosterona pode aumentar massa muscular e força, mas seu uso indevido e sem aconselhamento médico pode potencializar seus efeitos adversos, incluindo problemas cardíacos, calvície, acne e impotência sexual após a interrupção do uso.



Legenda: Estrutura molecular da testosterona.

Fonte: Adaptado de Freepik

Assinale a alternativa que corretamente disserta sobre o efeito hipertrófico da droga, e sobre o metabolismo da testosterona, respectivamente.

- Aumenta a síntese proteica e o volume celular; a vitamina D é precursora natural da testosterona.
- Aumenta a síntese proteica e o volume celular; o colesterol é o precursor natural da testosterona.
- Promove diferenciação de novos miócitos; a vitamina D e o cortisol são precursores hormonais da testosterona.
- Promove a diferenciação de novos miócitos; o cortisol é precursor da testosterona.
- Aumenta a capacidade de oxigenação do músculo; o cortisol é precursor hormonal da testosterona.

03) No filme "Leo" (2023), acompanhamos a história de um tuatara que, ao atingir 74 anos de idade, confronta uma revelação surpreendente: a expectativa de vida média de sua espécie é de 75 anos. Esse ponto de inflexão o leva a uma jornada introspectiva e reflexiva.



Legenda: Personagem protagonista do filme "Leo" – Uma tuatara de 74 anos.

Fonte: Site CinePop

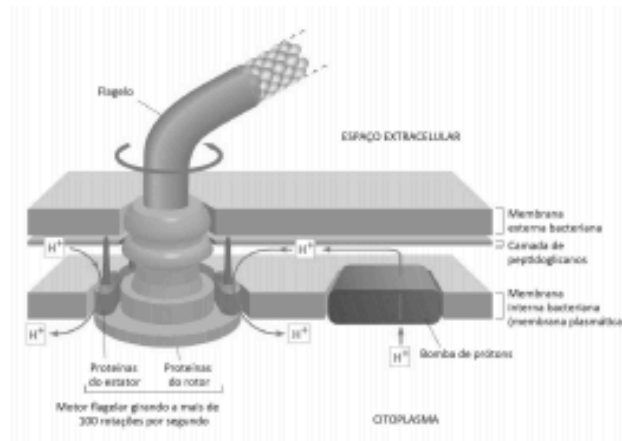
Escolha a alternativa a seguir que melhor articula os fatores envolvidos na determinação da longevidade dos seres vivos.

- a) A genética define limites para a longevidade, sendo os fatores ambientais e comportamentais coadjuvantes.
- b) Fatores ambientais, como o habitat e o clima, são os determinantes primários da longevidade, relegando a genética a um papel secundário.
- c) Comportamentos sociais e estratégias adaptativas específicas de cada espécie podem influenciar a longevidade tanto quanto ou mais que a própria genética.
- d) A longevidade é um traço complexo influenciado pela interação dinâmica entre genética, ambiente e comportamento.
- e) A tecnologia e as intervenções médicas são as únicas formas efetivas de estender a longevidade. Os fatores genéticos, ambientais e comportamentais já são pouco relevantes.

04) O medicamento Ozempic, contendo o princípio ativo semaglutida, tem sido destacado por seu papel tanto no tratamento do diabetes tipo 2 quanto na gestão da obesidade. A semaglutida atua mimetizando o hormônio GLP-1, um regulador chave do metabolismo energético que influencia diversos processos fisiológicos. Entre suas ações, o GLP-1 interage com o sistema endócrino e o sistema nervoso central, desempenhando papel importante na homeostase da glicose e na regulação da fome e da saciedade. Esta multifuncionalidade sugere uma abordagem terapêutica que vai além do controle glicêmico, alcançando aspectos centrais do metabolismo energético. Com base no mecanismo de ação da semaglutida, qual das seguintes afirmativas melhor explica seu efeito no controle da obesidade?

- a) A semaglutida aumenta diretamente a oxidação de ácidos graxos no fígado, reduzindo os estoques de gordura corporal.
- b) A semaglutida modifica a microbiota intestinal, favorecendo espécies bacterianas que promovem uma menor eficiência energética na digestão.
- c) A semaglutida eleva a expressão de hormônios tireoidianos, acelerando o metabolismo basal e o consumo de calorías.
- d) A semaglutida potencializa a sensação de saciedade e modula a ingestão alimentar através da interação com receptores específicos no sistema nervoso central.
- e) A semaglutida inibe a ação da amilase pancreática, reduzindo a digestão e a absorção de carboidratos no intestino.

05) A imagem ilustra o complexo motor flagelar de uma bactéria, que utiliza um fluxo de prótons (H^+) através da membrana plasmática para gerar movimento rotacional, permitindo a locomoção bacteriana. Este sistema é um exemplo de conversão de energia química em energia cinética, semelhante à função de outras estruturas celulares em seres vivos. A evolução de sistemas biológicos complexos, como o flagelo bacteriano, é um tema de grande interesse na biologia evolutiva.



Legenda: Desenho esquemático da estrutura do sistema flagelar bacteriano.

Fonte: Alberts, B. et al. *Biologia Molecular da Célula*. 6ª ed. 2017.

Sobre o aspecto evolutivo do flagelo bacteriano, assinale a alternativa correta.

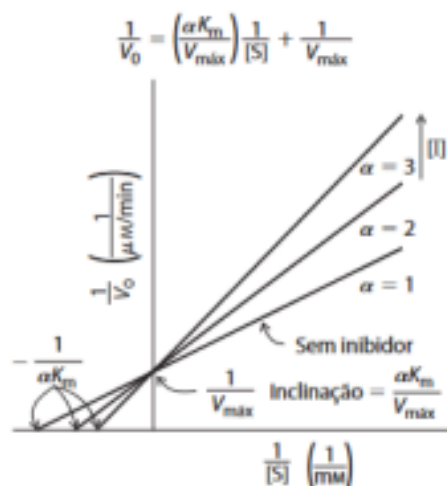
- a) o flagelo bacteriano e o cílio eucariótico apresentam ancestralidade comum, refletida nos microtúbulos internos de ambos.
- b) a semelhança estrutural e funcional entre as proteínas do motor flagelar bacteriano e a ATP-sintase sugere ancestralidade comum.
- c) apesar do flagelo bacteriano e o flagelo eucariótico serem análogos na função, o eucariótico é formado por flagelina e o procarionótico por microtúbulos.
- d) o flagelo bacteriano contém microfilamentos de actina semelhantes aos dos cílios eucarióticos, evidenciando um mecanismo de batimento parecido entre ambos.
- e) os flagelos bacterianos são estruturas estáticas que utilizam um mecanismo de expansão e retração semelhante ao dos filopódios eucarióticos.

06) No campo emergente da epigenética, pesquisadores estão cada vez mais interessados em compreender como fatores ambientais podem alterar a expressão gênica sem modificar a sequência do DNA. Uma equipe de pesquisa propõe diferentes abordagens experimentais para explorar a relação entre exposição ambiental e alterações epigenéticas em células de mamíferos. Com base em um entendimento teórico dos mecanismos de regulação gênica, qual dos seguintes experimentos forneceria a análise mais direta e abrangente das influências ambientais sobre a expressão gênica através de alterações epigenéticas?

- a) Estudo comparativo da expressão de genes promotores de crescimento em células expostas a diferentes níveis de oxigênio.
- b) Análise da localização nuclear de fatores de transcrição em resposta a variações térmicas.
- c) Mapeamento de sítios de metilação do DNA em genomas completos após exposição a diferentes dietas.
- d) Análise de expressão de genes ligados ao ciclo circadiano em células expostas a diferentes ciclos de luz e escuro.

e) Sequenciamento de RNA (RNA-seq) de células tratadas com agentes químicos ambientais.

07) Durante uma pesquisa sobre a ação de fármacos em enzimas alvo para o tratamento de doenças cardiovasculares, um novo inibidor foi estudado utilizando a cinética de Michaelis-Menten. Análises de Lineweaver-Burk indicaram que a presença do inibidor não alterava a interseção com o eixo das ordenadas ($\frac{1}{V_0}$), mas deslocava a interseção com o eixo das abscissas $\frac{1}{[S]}$ para a direita.



Legenda: Gráfico ilustrando o processo de inibição competitiva. Fonte: Nelson, D. L. et al. Princípios de Bioquímica de Lehninger, 6ª ed, 2014.

Com base nesses resultados, qual é o efeito mais provável do inibidor segundo o modelo cinético de Michaelis-Menten?

- aumento do K_m sem alteração na V_{max} , indicando uma diminuição na afinidade da enzima pelo substrato.
- diminuição do K_m sem alteração na V_{max} , sugerindo um aumento na afinidade da enzima pelo substrato.
- aumento do K_m sem alteração na V_{max} , indicando que não se tratava de um inibidor.
- diminuição da V_{max} sem alteração na K_m , indicando um mecanismo de inibição não competitiva.
- aumento tanto de K_m quanto da V_{max} , caracterizando um mecanismo de inibição mista.

08) José estava arrumando suas ferramentas quando cortou a perna em um prego solto. Ao chegar no pronto atendimento recebeu um fármaco indicado para anestésiar a pele, durante a sutura do corte. Qual é a ação do fármaco no sistema nervoso para impedir a dor?

- O fármaco age bloqueando a abertura dos canais de K^+ dependentes de voltagem. Os impulsos nervosos não podem atravessar a região bloqueada, e assim os sinais não alcançam o sistema nervoso central.
- O fármaco age bloqueando a abertura dos canais de Na^+ e K^+ dependentes de voltagem. Os impulsos nervosos não podem atravessar a região bloqueada, e assim os sinais não alcançam o sistema nervoso central.

c) O fármaco age bloqueando a abertura dos canais de Na^+ dependentes de voltagem. Os impulsos nervosos podem atravessar a região bloqueada, mas não permite que o Na^+ saia da célula e assim os sinais não alcançam o Sistema nervoso Central.

d) O fármaco age bloqueando a abertura dos canais de K^+ dependentes de voltagem. Os impulsos nervosos podem atravessar a região bloqueada, mas não permite que o K^+ entre na célula e assim os sinais não alcançam o sistema nervoso central.

e) O fármaco age bloqueando a abertura dos canais de Na^+ dependentes de voltagem. Os impulsos nervosos não podem atravessar a região bloqueada, e assim os sinais não alcançam o sistema nervoso central.

09) O crescente aumento de infecções causadas por bactérias resistentes a antibióticos tem ameaçado o sucesso no tratamento de doenças causadas por esse tipo de microrganismo, exigindo novas opções farmacoterapêuticas. Neste aspecto, o desenvolvimento de fármacos a partir de peptídeos antimicrobianos (PAMs) pode ser uma estratégia promissora. Os PAMs são produzidos por uma variedade de organismos procarióticos e eucarióticos, incluindo-se microrganismos, plantas, animais invertebrados e vertebrados. A tabela a seguir apresenta os resultados obtidos por um estudante de Medicina Veterinária que está desenvolvendo sua pesquisa de iniciação científica sobre a suscetibilidade de microrganismos a peptídeos antimicrobianos.

Tabela - Percentual de suscetibilidade de *Staphylococcus aureus* (SA) e *Escherichia coli* (EC) isolados a partir de amostra de sangue e urina, respectivamente, em cães, frente a peptídeos antimicrobianos.

Material Clínico	Peptídeo A	Peptídeo B	Peptídeo C	Peptídeo D	Peptídeo E
Sangue (SA)	100 %	45 %	20 %	70 %	90 %
Urina (EC)	80 %	30 %	50 %	70 %	10 %

Fonte: Comissão de XX OBB.

Analisando os dados apresentados na Tabela, qual peptídeo seria mais indicado no tratamento com droga única desse cão que apresenta infecção sanguínea por *Staphylococcus aureus* (SA) e infecção urinária por *Escherichia coli* (EC)?

- a) A b) B c) C d) D e) E

10) No processo da glicólise, uma molécula de glicose é degradada por uma série de reações químicas, catalisadas por diversas enzimas, que levam a célula a obter a famosa molécula Adenosina Trifosfato (ATP), usada pela célula como fonte de energia. A respeito da glicólise, responde:

a) Ao ser internalizada, a molécula de glicose é imediatamente fosforilada para que não possa passar facilmente pela membrana plasmática e assim ser usada para obtenção de ATP.

b) A fase preparatória da glicólise acontece na mitocôndria e não há gasto de ATP nessa etapa.

c) Todas as etapas do processo de glicólise ocorrem integralmente na mitocôndria, sem gasto de energia.

d) Todas as etapas do processo de glicólise ocorrem integralmente no citoplasma, sem gasto de energia.

e) A fermentação é um tipo de degradação da glicose que ocorre em ambientes aeróbios, ou seja, na presença de oxigênio para obtenção de energia.

11) Durante anos os cientistas não conseguiram encontrar motivos para a existência de reações alérgicas, que podem ser fatais em casos extremos e não apresentavam aparentemente uma pressão seletiva que as direcionava: alergias a antígenos não particularmente nocivos, como secreções animais, amendoim, ou pólen não parecem fazer sentido pela seleção natural. Contudo, estudos mais recentes apontam para duas hipóteses: a teoria dos vermes e a teoria das toxinas. Proteínas encontradas no pólen tem semelhança estrutural com antígenos encontrados na superfície de vermes parasitas. Reações alérgicas intensas como diarreias, vômitos, espirros e choques anafiláticos podem agir para conter ou eliminar uma toxina do organismo, como as encontradas em amendoim contaminado por fungos. Considerando as reações alérgicas, assinale a alternativa correta.

a) Reações alérgicas são causadas pela liberação de histamina por mastócitos, que apresentam em sua superfície anticorpos do tipo IgG.

b) Reações alérgicas treinam o indivíduo a evitar alimentos ou ambientes que podem conter toxinas, mesmo sem exposição anterior aos antígenos, sendo uma resposta inata.

c) Ratos modificados que não expressam IgE são mais prejudicados por picadas de abelhas, pois não apresentam resposta adaptativa, mediadas por linfócitos B.

d) Em ambientes mais estéreis, o sistema imune pode passar a focar em antígenos não necessariamente nocivos, o que explica a diminuição do número de alergias atualmente.

e) A liberação de histaminas causa vasoconstrição de vasos periféricos, o que pode conter toxinas em uma região específica do corpo, evitando a contaminação do organismo inteiro.

12) Na música "A balada de Tim Bernardes", o artista menciona uma experiência pessoal com a caxumba, destacando a possibilidade de reinfecção: "Não sei bem como eu entrei numas que eu peguei caxumba uma segunda vez". Este evento nos leva a explorar a caxumba, uma doença que é causada por um vírus que possui o mesmo tipo de material genético que o vírus da dengue. Essa característica compartilhada entre os dois vírus é fundamental para entender sua capacidade de causar

doenças em humanos, bem como os desafios associados à sua prevenção e controle.

Dada a importância do tipo de material genético na biologia do vírus e sua implicação para a saúde pública, qual das seguintes afirmações descreve corretamente uma consequência dessa característica para o vírus da caxumba e esforços de vacinação?

a) A necessidade de um vetor artrópode para a transmissão do vírus da caxumba é uma consequência direta da sua semelhança genética com o vírus da dengue, enfatizando a importância do controle de mosquitos na prevenção da doença.

b) A alta taxa de mutação do vírus da caxumba, devido ao seu RNA de fita simples, pode levar à emergência de cepas virais que escapam parcialmente da imunidade conferida por vacinas anteriores, representando um desafio para a manutenção da eficácia vacinal a longo prazo.

c) A semelhança do material genético do vírus da caxumba com o da dengue sugere que ambos causam sintomas semelhantes, incluindo febre hemorrágica, o que destaca a gravidade potencial das infecções por caxumba.

d) O genoma de DNA de fita dupla do vírus da caxumba facilita sua transmissão zoonótica, semelhante ao vírus da dengue, sugerindo que o controle de vetores é essencial para prevenir a propagação da caxumba.

e) Devido ao compartilhamento do tipo de material genético com o vírus da dengue, o tratamento da caxumba pode incluir antivirais específicos que atuam contra o DNA viral, embora a prevenção através da vacinação permaneça a estratégia mais eficaz.

13) Com os recentes surtos de arboviroses, entender a biologia viral é essencial. O sistema de classificação de Baltimore categoriza os vírus em sete classes, considerando o tipo de ácido nucleico e o mecanismo de replicação, o que é chave para o desenvolvimento de medidas de controle e terapêuticas eficazes. Este conhecimento ajuda a elucidar a dinâmica de transmissão de vírus transmitidos por mosquitos e suas interações com os hospedeiros. Analise as associações entre vírus, suas classificações pelo sistema de Baltimore, e os respectivos vetores, e assinale a alternativa correta.

a) Febre Amarela - Classe IV: vírus de RNA fita simples positiva; transmitido pelo mosquito *Aedes aegypti*. Este vírus pode ser diretamente traduzido no citoplasma pelos ribossomos da célula hospedeira.

b) Malária - Classe IV: vírus de RNA fita simples positiva; transmitido por mosquitos do gênero *Anopheles*. Este vírus se replica no citoplasma, liberando partículas virais que infectam novas células.

c) Dengue - Classe II: vírus de DNA fita simples; transmitido pelo mosquito *Aedes aegypti*. Utiliza a DNA polimerase do hospedeiro para replicar seu genoma no núcleo da célula.

d) Leishmaniose - Classe III: vírus de RNA fita simples negativa; transmitido pelo mosquito *Leishmania butantanis*. Seu genoma de RNA é transcrito antes de ser traduzido.

e) Zika - Classe II: vírus de DNA fita simples; transmitido pelo mosquito *Aedes aegypti*. Depois de entrar na

célula, transcreve seu DNA em RNA, que então é utilizado para sintetizar proteínas virais.

14) A atribuição do Prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina no último ano destacou o papel dos Toll-like receptors (TLRs) e a sua importância no desenvolvimento de vacinas de RNA mensageiro (RNAm) contra a COVID-19. Dentro deste contexto, qual das seguintes afirmações é correta sobre as vacinas de RNAm e sua relação com TLRs.

- a) a inclusão de uracila não modificada melhora a estabilidade do RNAm, aumentando a produção de antígenos com auxílio dos TLRs.
- b) a citosina metilada no RNAm aumenta a sua eficácia ao promover a ativação específica dos TLRs, direcionando uma resposta imune adaptativa.
- c) a modificação da uracila para pseudouridina visa aumentar a tradução do RNAm sem alterar a recepção de sinal pelos TLRs.
- d) o emprego de uracila não modificada nas vacinas de RNAm é essencial para evitar a degradação rápida do RNA no citoplasma.
- e) a substituição de uracila normal por uma modificada inibe o reconhecimento pelos TLRs, facilitando a síntese proteica sem ativar a resposta imune inata.

15) Na regulação da expressão gênica, a especificidade das sequências nucleotídicas é crucial para o controle preciso dos processos biológicos. Diferentes sequências desempenham papéis fundamentais na iniciação da transcrição e da tradução, variando entre organismos procariotos e eucariotos. Entre essas sequências, uma facilita a montagem do complexo necessário para iniciar a síntese de RNA a partir do DNA em eucariotos, enquanto a outra assegura a correta orientação do RNA mensageiro (mRNA) para iniciar a síntese proteica em procariotos.

Considerando essas informações, identifique a opção que descreve corretamente as funções das sequências de Shine-Dalgarno e TATA Box:

- a) A sequência de Shine-Dalgarno, presente em procariotos, orienta o alinhamento do mRNA com a subunidade menor do ribossomo, facilitando o início correto da síntese proteica. A TATA Box, encontrada em eucariotos, auxilia na montagem do complexo de pré-iniciação, atraindo a RNA polimerase II para o sítio promotor.
- b) Ambas as sequências, a TATA Box em eucariotos e a sequência de Shine-Dalgarno em procariotos, são reconhecidas pela RNA polimerase durante a iniciação da transcrição, demonstrando uma função conservada em diferentes domínios da vida.
- c) A TATA Box, essencial para o processo de transcrição em eucariotos, e a sequência de Shine-Dalgarno, crucial para a tradução em procariotos, indicam a conservação de mecanismos de iniciação da expressão gênica, apesar das diferenças entre os processos de transcrição e tradução.
- d) A sequência de Shine-Dalgarno em procariotos garante a eficiência da ligação ribossomal ao mRNA para o início da tradução, enquanto a TATA Box em eucariotos facilita a formação do complexo de pré-

iniciação necessário para a transcrição, ilustrando estratégias distintas de regulação gênica.

e) As sequências de Shine-Dalgarno em procariotos e TATA Box em eucariotos atuam de maneira intercambiável, regulando a iniciação da expressão gênica tanto na transcrição quanto na tradução, refletindo uma função universal.

16) Assinale a alternativa que apresenta apenas as afirmações corretas sobre a terapia gênica utilizando a tecnologia CRISPR no tratamento da anemia falciforme:

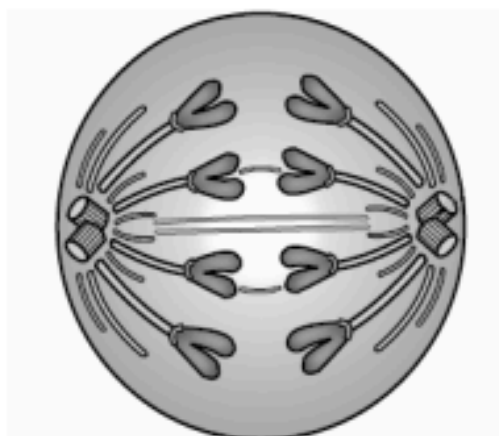
- I. A terapia gênica baseada na tecnologia CRISPR é prescrita para pacientes com anemia falciforme, beta talassemia ou alfa talassemia.
- II. O tratamento envolve a retirada de células-tronco da medula óssea do próprio paciente.
- III. No laboratório, o CRISPR faz cortes precisos no DNA das células-tronco.
- IV. A terapia gênica CRISPR envolve a infusão de células modificadas de volta no organismo do paciente.
- V. O objetivo da terapia é ativar os genes defeituosos responsáveis pelos problemas de saúde.

- a) I e II.
- b) II e V.
- c) III e IV.
- d) II, III e IV.
- e) I, III e IV.

17) Durante um experimento, cientistas utilizaram inibidores específicos para RNA polimerases I, II e III em células eucarióticas, com o objetivo de estudar a regulamentação da expressão gênica e suas consequências no metabolismo celular. Após a aplicação desses inibidores, observou-se uma variedade de efeitos sobre a transcrição e a síntese de proteínas. Com base no conhecimento sobre as funções específicas de cada RNA polimerase, qual das seguintes observações seria esperada como resultado direto da inibição de uma dessas polimerases?

- a) A inibição da RNA polimerase I resultaria em uma desregulação global da expressão gênica, afetando principalmente a síntese de proteínas não-ribossomais.
- b) A inibição da RNA polimerase II impediria a síntese de todos os tipos de RNA, resultando em um colapso imediato de todas as funções celulares.
- c) A inibição da RNA polimerase III afetaria a produção de tRNA e pequenos RNAs nucleares, comprometendo a eficiência da tradução e a montagem do spliceossomo.
- d) A inibição da RNA polimerase II levaria a uma diminuição na disponibilidade de mRNA no citoplasma, impactando diretamente a síntese de proteínas.
- e) A inibição da RNA polimerase I aumentaria a transcrição mediada pela RNA polimerase III como mecanismo compensatório para manter a homeostase celular.

18) O esquema a seguir ilustra uma célula em processo de divisão celular.



Legenda: Desenho esquemático de uma célula em processo de divisão celular.

Fonte: Adaptado do Portal Edtech Byjus Learning.

Sabendo que a ploidia dessa espécie é $2n=8$, qual é a fase da divisão celular que foi ilustrada?

- a) Anáfase da mitose.
- b) Anáfase da meiose I.
- c) Anáfase da meiose II.
- d) Telófase da mitose.
- e) Metáfase da meiose I.

19) Durante a progressão tumoral, as células perdem características importantes para seus ciclos normais. Oncogenes e genes supressores de tumor desempenham papéis essenciais nesse processo, embora, em sua forma não mutante, desempenhem funções cruciais ao ciclo celular.

Com relação a esses genes e seu impacto na carcinogênese, considere as seguintes afirmativas:

I. Os proto-oncogenes têm a função de desacelerar o ciclo celular.

II. Os genes supressores de tumor, quando inativados por mutações, aumentam a taxa de apoptose.

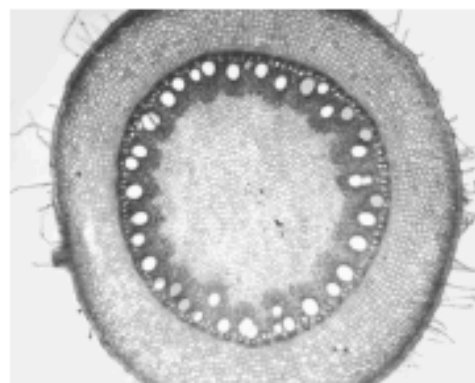
III. A ativação de um oncogene é suficiente, por si só, para transformar uma célula normal em uma célula cancerígena.

IV. O gene p53, um conhecido oncogene, atua pausando o ciclo celular em resposta ao dano do DNA.

Com base nessas afirmativas, assinale a opção correta:

- a) Apenas I e II estão corretas.
- b) Apenas II e III estão corretas.
- c) Apenas I, II e IV estão corretas.
- d) Apenas III está correta.
- e) Todas estão incorretas.

20) A imagem abaixo mostra um corte histológico transversal de uma planta visto sob microscópio.



Legenda: Fotomicrografia do corte transversal de uma planta.

Fonte: Adaptado do Portal da Coleção Didática em Anatomia Vegetal do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá – PR.

Assinale a alternativa que identifica a planta da qual foi obtido o corte e que descreve corretamente suas características histológicas.

- a) Feijão; eudicotiledônea com feixes vasculares dispersos aleatoriamente pelo caule.
- b) Milho; monocotiledônea com a medula radicular ocupada por parênquima.
- c) Arroz; eudicotiledônea com a medula caular ocupada por parênquima.
- d) Soja; monocotiledônea com feixes vasculares organizados em círculos no caule.
- e) Cana-de-açúcar; eudicotiledônea sem a presença de endoderme na raiz.

21) A palavra diversidade pode ser compreendida de muitas formas, mas em geral está atrelada a existência de diferenças, de variações. No campo filogenético, em alguns contextos, é possível entender a diversidade como uma definição relacionada a uma maior distância filogenética entre um grupo de organismos. Tomando como base esta definição, indique a alternativa que apresenta a maior diversidade filogenética de plantas terrestres:

- a) Araucária, samambaia e tomateiro.
- b) Pau-brasil, milho e feijão.
- c) Musgo, samambaia e araucária.
- d) Coqueiro, araucária e samambaia.
- e) Milho, feijão e tomateiro.

22) As alterações climáticas intensas observadas nos últimos anos têm gerado impactos socioambientais severos ao redor do mundo, inclusive no Brasil. Nesse sentido, o gráfico a seguir revela uma tendência de mudança nas temperaturas médias no país ao longo dos anos:



Legenda: Ranking dos cinco anos mais quentes da história do Brasil entre 1961 e 2023.

Fonte: Adaptado do Portal do Instituto Nacional de Meteorologia – Governo Federal. Publicado em 09/01/2024.

Considerando as condições climáticas atípicas que ocorreram nos anos indicados no gráfico, é possível concluir que estas podem ser especialmente prejudiciais para plantas terrestres que:

- Realizam fotossíntese do tipo C3.
- Possuem cutícula espessa e/ou muito hidrofóbica recobrendo seu sistema caulinar.
- Apresentam grande densidade de tricomas em suas folhas.
- Abrem seus estômatos somente à noite.
- Apresentam sifonogâmias.

23) Durante uma excursão de campo, um grupo de estudantes de biologia encontrou um piano antigo na floresta, notavelmente colonizado por musgos e hepáticas. A cena os inspira a realizar uma investigação detalhada das estratégias adaptativas dessas briófitas em comparação com as plantas vasculares do entorno. Considerando os ciclos de vida, nas adaptações fisiológicas para a fotossíntese em condições de baixa luminosidade e nos mecanismos de dispersão adaptados ao ambiente terrestre, eles formulam a seguinte questão: Qual das seguintes afirmações corretamente distingue as adaptações observadas nas briófitas do piano das características das plantas vasculares adjacentes?

- Enquanto as plantas vasculares possuem mecanismos de dormência e germinação de sementes controlados bioquimicamente para otimizar a dispersão e o seu estabelecimento, as briófitas realizam anemofilia, uma estratégia primitiva que limita totalmente sua colonização a áreas imediatamente adjacentes ao gametófito parental.
- As briófitas, assim como as plantas vasculares, desenvolveram sistemas de condução de seiva complexos, incluindo xilema e floema, facilitando a adaptação a uma ampla gama de ambientes terrestres pela eficiente distribuição de recursos hídricos e nutricionais.
- Diferentemente das plantas vasculares, que dependem de estruturas florais para a reprodução, as

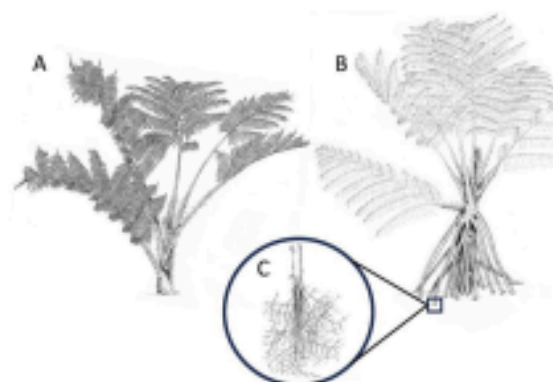
briófitas apresentam um ciclo de vida dominado pela fase gametofítica, onde o gametófito haploide realiza a maior parte da fotossíntese e é crucial para a reprodução sexual, demonstrando uma adaptação vital para a sobrevivência em microambientes úmidos e de baixa luminosidade da floresta.

d) A capacidade das briófitas de realizar fotossíntese eficiente sob baixa intensidade de luz é compartilhada pelas plantas vasculares, ambas otimizando a absorção de luz através de adaptações morfológicas e bioquímicas, como o aumento da concentração de clorofila b e carotenoides.

e) As briófitas e as plantas vasculares apresentam estratégias reprodutivas semelhantes, dependendo majoritariamente da entomofilia para a dispersão de gametas, uma característica evolutiva que favorece a diversidade genética através da reprodução sexual.

24) "*Cyathea rojasiana* é uma espécie de samambaia arbórea encontrada nas florestas do oeste do Panamá. Um artigo publicado este ano na revista *Ecology* revela que ela é capaz de reaproveitar suas folhas mortas, convertendo-as em raízes que absorvem nitrogênio do solo para continuar alimentando a planta-mãe. Quando vivas, as folhas envelhecidas dessa samambaia são inclinadas para baixo para que a "espinha" delas, conhecida como ráquis, possa tocar o solo, como mostrado na imagem a seguir. E quando a folha morre, as estruturas dentro da ráquis que antes levavam água para as partes vivas da folha, se transformam em raízes. Essas novas raízes escavam o solo e continuam fornecendo nutrientes para o resto da planta."

<https://olhardigital.com.br/2024/01/31/ciencia-e-espaco/folhas-zumbis-ajudam-a-manter-samambaia-viva/>

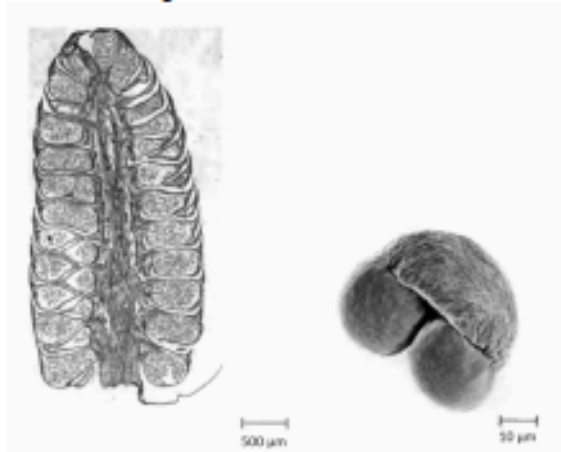


Legenda: Desenvolvimento de raízes de ráquis na samambaia arbórea *Cyathea rojasiana*. Ilustração de Camila Pizano. Fonte: Dalling, J. W. et al, 2024.

Quando Chicó, um estudante apaixonado por biologia, leu a reportagem anterior, ele não se surpreendeu. Ele explicou para os amigos que o processo realizado por *C. rojasiana* também ocorre em muitas outras plantas, que formam as chamadas raízes adventícias. Com base nas informações do texto e de seus conhecimentos, se você fosse um amigo de Chicó você diria que ele está:

- a) correto, pois raízes adventícias são muito comuns, em especial nas monocotiledôneas, onde formam o sistema radicular fasciculado.
- b) errado, pois na realidade o processo descrito na reportagem e imagem se assemelha mais com a formação de uma raiz primária.
- c) errado, pois raízes adventícias não surgem a partir de folhas, apenas de caules.
- d) errado, pois a formação de raízes adventícias envolve a formação de um novo meristema, não a transformação de um órgão em outro.
- e) errado, pois na maioria das plantas as raízes adventícias não são capazes de absorver nitrogênio, função esta que é destinada às raízes laterais.

25) Analise as imagens de estruturas vegetais e identifique o tipo de microscopia utilizado em cada uma, assim como a linhagem da planta representada. Nas imagens abaixo, considere a natureza das estruturas exibidas nas imagens.



Legenda: Estruturas vegetais de uma planta hipotética.
Fonte: RAVEN, P. H.; EICHHORN, S. E.; EVERT, R. F. *Biologia Vegetal* - 8ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

- a) A imagem da esquerda foi obtida por microscopia óptica e mostra um estróbilo de gimnosperma; a da direita foi obtida por microscopia eletrônica de transmissão e representa um grão de pólen de angiosperma.
- b) A imagem da esquerda foi obtida por microscopia óptica e mostra um estróbilo de gimnosperma; a da direita foi obtida por microscopia eletrônica de varredura e representa um grão de pólen de gimnosperma.
- c) A imagem da esquerda foi obtida por microscopia eletrônica de varredura e mostra um estróbilo de gimnosperma; a da direita foi obtida por microscopia óptica e representa um grão de pólen de angiosperma.
- d) A imagem da esquerda foi obtida por microscopia óptica e mostra um grão de pólen de angiosperma; a da direita foi obtida por microscopia eletrônica de transmissão e representa um estróbilo de gimnosperma.
- e) A imagem da esquerda foi obtida por microscopia eletrônica de transmissão e mostra um estróbilo de angiosperma; a da direita foi obtida por microscopia óptica e representa um grão de pólen de gimnosperma.

26) A dirofilariose canina, conhecida como "doença do verme do coração", é uma condição parasitária grave que

afeta cães e os canídeos silvestres mais próximos evolutivamente. A doença é causada pelo parasita nematódeo *Dirofilaria immitis*, transmitido através da picada de mosquitos infectados (fêmeas do gênero *Culex*, *Aedes*, *Psorophora*, *Mansonia* ou *Anopheles*). O processo de desenvolvimento das larvas do inseto, após serem transmitidas e atingirem a sua forma adulta, no coração do cão, pode levar cerca de seis meses. Observe a imagem a seguir e responda à questão.



Legenda: Ciclo Biológico da *Dirofilaria immitis*
Fonte: Pegado & Andrade, 2019.

Sobre o ciclo da dirofilariose canina é correto afirmar:

- a) As siglas L1 a L5 correspondem aos instares larvais, que correspondem ao desenvolvimento das larvas de insetos hemimetábolos.
- b) É um ciclo de vida heteroxeno, no qual os mosquitos são os hospedeiros intermediários e os cães são os hospedeiros definitivos.
- c) As larvas presentes nas artérias pulmonares podem impedir o fluxo sanguíneo para os membros superiores.
- d) A probóscide é uma estrutura exclusiva do aparelho bucal dos insetos dípteros.
- e) Todos os estágios larvais estão ocorrendo no interior dos hospedeiros definitivos, os canídeos.

27) Observe as características e os táxons animais listados abaixo.

1. Presença de endoesqueleto calcário.
2. Desenvolvimento de metâmeros.
3. Sistema circulatório aberto.
4. Presença de notocorda em algum estágio do desenvolvimento.
5. Troca gasosa através de brânquias.

Táxons

- A. Artrópodes
- B. Protocordados
- C. Anelídeos
- D. Equinodermos
- E. Moluscos
- F. Peixes
- G. Répteis

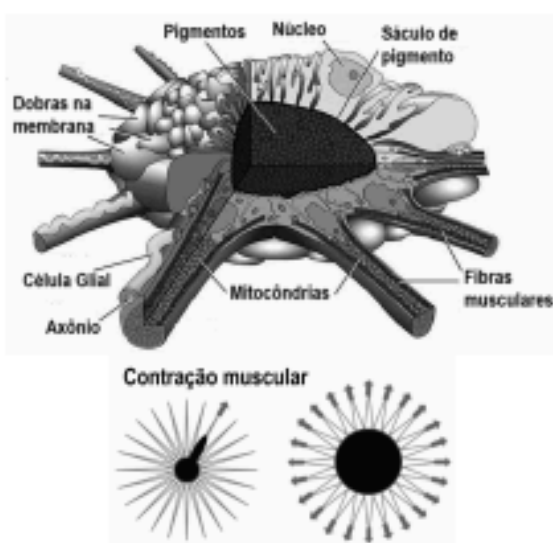
Escolha a alternativa que corretamente vincula todas as características aos seus respectivos táxons.

- a) 1-D, 2-C, 3-A, 4-B, 5-E
 b) 1-E, 2-A, 3-C, 4-D, 5-B
 c) 1-D, 2-B, 3-E, 4-C, 5-A
 d) 1-D, 2-C, 3-A, 4-F, 5-G
 e) 1-D, 2-F, 3-E, 4-B, 5-A

28) No contexto da excreção em diferentes grupos animais, a eficiência e o mecanismo de eliminação de substâncias tóxicas do corpo variam significativamente. Essas diferenças refletem as adaptações evolutivas aos seus respectivos habitats, especialmente em relação à toxicidade das excretas e sua solubilidade em água. Assinale a alternativa que corretamente associa um grupo com sua excreta mais relevante.

- a) Peixes cartilagenosos, como os outros animais marinhos, excretam principalmente amônia, que apesar de tóxica fica bem diluída pela grande disponibilidade de água.
 b) Mamíferos excretam ureia, mais eficaz na economia hídrica em relação à amônia, porém mais tóxica.
 c) Répteis e aves excretam ácido úrico, que necessita de alta diluição por se tratar de um ácido.
 d) Crustáceos terrestres podem excretar principalmente amônia, altamente tóxica e com grande necessidade de água.
 e) Anfíbios excretam ácido úrico em terra, incompatível com a necessidade de conservar água.

29) Cefalópodes possuem a capacidade de mimetizar o ambiente a sua volta, alterando sua coloração. Essa adaptação é possível pela presença de estruturas epidérmicas especializadas chamadas de cromatóforos, que contêm diferentes pigmentos e mecanismos que alteram a coloração. Observe os esquemas a seguir que mostram um cromatóforo de uma lula e como a contração dos músculos associados alteram a disposição dos pigmentos.



Legenda: Modelo esquemático do controle versátil para expansão de cromatóforos. Fonte: Liu, Y. et al, 2020.

Os cromatóforos são

- a) tecidos formados por células musculares que ao se contraírem aumentam o tamanho da mancha de pigmentos.
 b) órgãos localizados na epiderme que realizam metabolismo anaeróbico, necessário nos habitats ocupados por estes animais.
 c) células especializadas com granulócitos que ao receberem um sinal nervoso alteram sua forma para expandir ou contrair a mancha formada.
 d) órgãos, formados por tecido epitelial, nervoso, muscular e nervoso e ao contraírem aumentam o tamanho da mancha de pigmentos.
 e) células nervosas do sistema nervoso periférico que liberam pigmentos no espaço intercelular da epiderme dos cefalópodes.

30) "Para que as células recebam "mensagens ou ordens", é necessária a existência dos receptores. Assim, um hormônio "se encaixa" em um receptor específico. Desse modo, células, tecidos ou órgãos que recebem a ação do hormônio são chamados de alvos. Da mesma forma como um projétil de uma arma de fogo tem o objetivo de atingir um alvo, um hormônio irá atingir uma célula-alvo ou tecido-alvo. Os receptores podem ser encontrados na membrana plasmática ou no interior das células-alvo."

Fonte: Boer, N. P. Fisiologia - Curso Prático. 1ª ed. 2017.

A partir dos seus conhecimentos sobre o sistema endócrino, assinale a alternativa correta.

- a) Os hormônios têm seus receptores na membrana plasmática da célula, pois não ocorre difusão pela membrana plasmática.
 b) Os hormônios hidrossolúveis precisam de proteínas para serem transportados na circulação sanguínea.
 c) Os hormônios lipossolúveis têm seus receptores no interior das células, pois conseguem atravessar com facilidade a membrana plasmática.
 d) Os hormônios hidrossolúveis têm seus receptores na membrana plasmática da célula, pois conseguem entrar pela membrana plasmática.
 e) Os hormônios autócrinos tem ação nas células vizinhas.

31) A imagem a seguir ilustra de maneira simplificada o sistema circulatório, evidenciando o trajeto do sangue que flui desde vasos sanguíneos de maior diâmetro, como as artérias, em direção a vasos progressivamente menores, os capilares, e então retornando por veias de calibre crescente de volta ao coração.



Legenda: Desenho esquemático simplificado de um sistema circulatório fechado.

Fonte: Reece, J. B.; et al. Biologia de Campbell. 10ª ed. 2015.

Considerando que a velocidade do fluxo sanguíneo é inversamente proporcional à área de seção transversal

dos vasos, qual das alternativas abaixo disserta corretamente sobre as alterações de velocidade que ocorrem?

- a) a velocidade do fluxo sanguíneo aumenta nos capilares, visto que a área de secção transversal de um capilar é menor do que a de uma artéria.
- b) a velocidade do sangue nos capilares é menor que nas veias, porque a secção transversal total dos capilares é menor, aumentando a resistência ao fluxo sanguíneo.
- c) a velocidade do sangue permanece constante em todo o sistema circulatório, uma vez que a quantidade de sangue que entra e sai dos capilares é a mesma.
- d) nos capilares, a velocidade do sangue é mais alta do que nas artérias, pois a pressão sanguínea nesses vasos menores é maior, impulsionando o sangue com mais força.
- e) nos capilares, a velocidade do fluxo sanguíneo diminui em resposta ao aumento da área de secção transversal somada de todos os capilares.

32) A fruta-do-milagre (*Synsèpalum dulcificum*) é uma planta nativa da África ocidental que produz frutos capazes de modificar temporariamente a percepção do paladar, fazendo com que alimentos ácidos ou amargos sejam percebidos como doces. Este fenômeno intrigante é atribuído à miraculina, uma glicoproteína encontrada na polpa dos frutos.

Em relação a percepção gustativa pode-se afirmar que a língua apresenta:

- a) receptores específicos para a miraculina, que ao se ligarem a ela, alteram diretamente a estrutura dos receptores de percepção do gosto doce, fazendo com que os estímulos ácidos sejam interpretados como doces.
- b) em toda sua superfície uma distribuição homogênea de botões gustativos, permitindo com que a miraculina atue de forma uniforme em todas as regiões, alterando a percepção de todos os sabores, não somente os ácidos e amargos.
- c) um pH específico que será modificado temporariamente pela ação da miraculina, resultando na percepção alterada dos sabores ácidos e amargos em um sabor doce.
- d) botões gustativos, com receptores adaptados para reconhecer os diferentes tipos de gostos, nos quais a miraculina apresenta a capacidade de modificar a forma como os receptores para percepção do dulçor respondem em contato como o pH ácido.
- e) apenas receptores para sabor doce, que ao serem ativados pela miraculina, amplificam a percepção de todos os sabores, o que torna a experiência gustativa mais intensa e variada.

33) Durante os momentos que antecedem a entrada de Taylor Swift no palco da The Eras Tour, os fãs vivem uma onda de emoções intensas, desencadeando no corpo a liberação de adrenalina. Este hormônio atua nas células do fígado, promovendo a degradação do glicogênio em glicose, fornecendo assim energia imediata ao organismo em momentos de necessidade. Esse processo é resultado de uma cascata de eventos de

sinalização celular iniciados pela interação da adrenalina com seu receptor específico nas células-alvo.

Com base nessa descrição, qual das alternativas abaixo identifica corretamente as etapas iniciais desse processo à natureza química da adrenalina?

- a) A adrenalina se liga a um receptor da superfície celular; o receptor ativado estimula a produção do segundo mensageiro, cAMP, que, por sua vez, ativa enzimas responsáveis pela degradação do glicogênio. Este hormônio é classificado como derivado de aminoácidos.
- b) A adrenalina atravessa a membrana plasmática e se liga a receptores intracelulares, ativando diretamente enzimas que catalisam a degradação do glicogênio. Este hormônio é classificado como lipídico.
- c) A adrenalina se liga a um receptor de superfície celular, que então ativa diretamente enzimas no citoplasma para a degradação do glicogênio sem necessidade de segundos mensageiros. Este hormônio é classificado como proteico.
- d) A adrenalina é internalizada pela célula através de endocitose, onde interage diretamente com o glicogênio para facilitar sua conversão em glicose. Este hormônio é classificado como derivado de aminoácidos.
- e) A adrenalina ativa diretamente as enzimas responsáveis pela degradação do glicogênio no citosol, sem interagir com receptores de superfície celular ou produzir segundos mensageiros. Este hormônio é classificado como proteico.

34) Durante processos metabólicos como o jejum prolongado ou restrição de carboidratos na dieta, o organismo precisa mobilizar substratos energéticos a partir de vias metabólicas alternativas, especialmente para tecidos que tipicamente dependem da glicose. Nesse cenário, compostos bioquímicos específicos são sintetizados para atender às necessidades energéticas de tais tecidos.

Com base nesses ajustes metabólicos, assinale a alternativa correta.

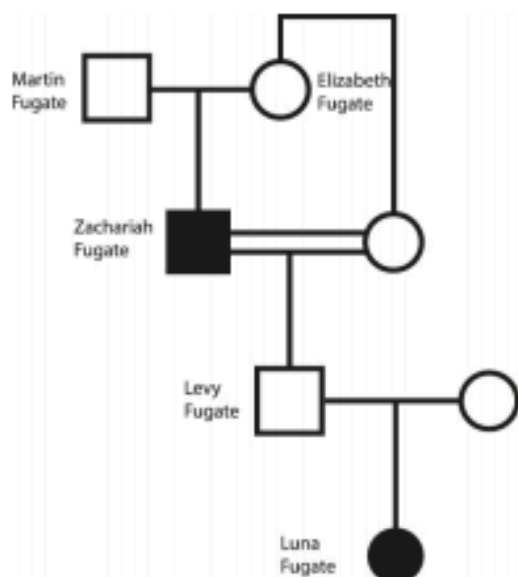
- a) Os hepatócitos sintetizam corpos cetônicos a partir do acetil-CoA, compostos cruciais para atender às necessidades energéticas do cérebro em situações de escassez de glicose.
- b) A musculatura esquelética adapta-se ao jejum prolongado através da conversão de aminoácidos em corpos cetônicos.
- c) No estado de jejum, o tecido adiposo intensifica a lipólise e a cetogênese, produzindo corpos cetônicos que servem como substrato energético primário para o coração e os rins.
- d) Corpos cetônicos gerados no pâncreas durante o jejum prolongado desempenham um papel central na manutenção da homeostase energética.
- e) Durante a restrição de carboidratos, a cetogênese ocorre nas células do sistema nervoso central, fornecendo energia diretamente ao cérebro e impedindo desmaio por inanição.

35) Para que ocorra de forma correta, numa transfusão sanguínea deve existir compatibilidade entre as hemácias do doador e o plasma do receptor, ou seja, no plasma do

receptor não pode haver anticorpos que reajam contra as hemácias que serão transfundidas. Durante um plantão noturno na agência transfusional, que funciona junto a unidade hospitalar de emergência, a biomédica responsável, recebe uma amostra de sangue em tubo contendo anticoagulante para a realização de prova cruzada prévia a uma hemotransfusão. O resultado encontrado foi aglutinação dos eritrócitos (prova direta) da amostra frente aos soros anti-A, anti-B e anti-Rh. Desta forma, a amostra foi adequadamente classificada como grupo:

- A fator Rh positivo.
- O fator Rh positivo.
- Grupo O fator Rh negativo.
- Grupo AB fator Rh positivo.
- Grupo AB fator Rh negativo.

36) As hemoglobinas incapazes de se ligarem ao oxigênio são chamadas de disemoglobinas. Um exemplo destas moléculas é a metahemoglobina, a forma oxidada da hemoglobina na forma férrica (Fe^{3+}). A metahemoglobina pode ser originada de forma adquirida ou congênita. A forma adquirida é resultante de exposição direta a agentes oxidantes ou situações que causem estresse oxidativo. Um exemplo de transmissão congênita da característica é aquele dos "Fugates azuis do Kentucky", nome referente à cor azulada de sua pele devido à cianose provocada pela metahemoglobina. Em 1820, um rapaz francês chamado Martin Fugate se estabeleceu no Kentucky e seus descendentes realizaram intercruzamentos que originaram muitos indivíduos com metahemoglobinemia. Uma pequena parte desses cruzamentos está representada no heredograma abaixo.



Legenda: Heredograma da família Fugate do Kentucky, EUA. Fonte: Adaptado de Cowein M., et al, 1964.

Assinale a alternativa incorreta sobre o tema.

- A hemoglobina é uma proteína formada por quatro cadeias polipeptídicas, cada uma com um grupo heme que contém ferro.

- Em hemoglobinas funcionais, o ferro encontrado no grupo heme permanece no seu estado ferroso (Fe^{2+}), permitindo a ligação com o oxigênio.
- A herança da metahemoglobinemia dos Fugates é autossômica recessiva.
- No heredograma acima, os 5 indivíduos não afetados são heterozigotos.
- O traço duplo representa um cruzamento consanguíneo, visto que Zachariah Fugate se casou com sua tia.

Enunciado para as questões 37 e 38.

"Dois brigadistas do Ibama percorreram 34 km a pé, ida e volta, para salvar um lavrador picado por uma cobra surucucu-pico-de-jaca (*Lachesis muta*), em Careiro (AM). O local é de difícil acesso, mesmo com o uso de aeronaves. Quando partiram para o salvamento, os dois brigadistas e outros dois moradores locais estavam na base do município de Manaquiri (...). Uma surucucu-pico-de-jaca é considerada pelo Instituto Butantan a maior serpente peçonhenta das Américas. Seu veneno tem ação citotóxica, coagulante, hemorrágica e neurotóxica, provocando reações similares às causadas pelo veneno das jararacas, como inchaço, dor local, necrose, problemas de coagulação, hipotensão, além de diarreia e diminuição do ritmo cardíaco, podendo levar ao choque e, em casos graves, até mesmo ao óbito".
Fonte: Portal de Notícias Ibama. Publicado em 01/11/2023.



Legenda: Foto de uma *Lachesis muta* em recinto semi extensivo, no Instituto Butantan. Fonte: Acervo Instituto Butantan

37) Qual a importância da identificação da espécie da serpente envolvida no acidente ofídico e o que isso interfere na administração do soro antiofídico?

- A identificação da espécie não é relevante, pois os soros antiofídicos possuem uma ação abrangente contra todas as espécies de serpentes.
- A identificação da espécie é crucial apenas para fins estatísticos e de registro, não interferindo na administração do soro antiofídico.
- A identificação da espécie é o único fator necessário para determinar se o paciente precisa de tratamento com soro antiofídico ou não.

d) A identificação da espécie é fundamental para garantir que o soro antiofídico específico para aquela espécie seja administrado, maximizando a eficácia do tratamento.

e) A identificação da espécie não é necessária, pois o tratamento inicial de um acidente ofídico consiste apenas em medidas de primeiros socorros, independentemente da espécie da serpente.

38) Qual é a importância do atendimento rápido em acidentes ofídicos e quais as consequências disso?

a) O atendimento rápido não é relevante, pois os sintomas de um acidente ofídico geralmente demoram horas para se manifestar.

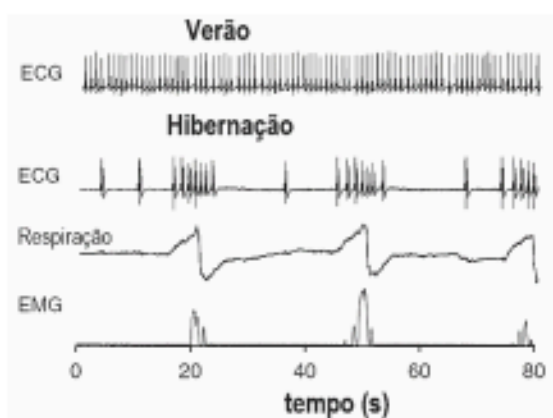
b) O atendimento rápido é importante apenas para aliviar a dor no local da picada, não influenciando nas complicações a longo prazo.

c) O atendimento rápido pode prevenir a propagação do veneno no corpo e reduzir a gravidade dos sintomas, como edema e dor, além de diminuir o risco de complicações graves.

d) O atendimento rápido pode aumentar a eficácia do soro antiofídico, mas não tem impacto nas complicações que podem surgir após o tratamento.

e) O atendimento rápido pode causar mais danos do que benefícios, pois pode levar à administração inadequada de tratamento.

39) Um comportamento que gera muita confusão entre pesquisadores é o da "hibernação" dos ursos pardos. Estes animais não hibernam no sentido estrito, em que passariam por períodos inteiros sem acordar e tem sua temperatura corporal e sinais vitais reduzidos a extremos. Ursos reduzem suas atividades durante os meses mais frios para conservar energia, mas acordam por curtos períodos de tempo para mudar de posição e sua temperatura varia em poucos graus durante o período, caindo de 38 para 33 °C. Os gráficos a seguir mostram os padrões, ao longo de 80 segundos, de eletrocardiogramas (ECG) de um urso durante o verão e durante a "hibernação". Os ciclos de respiração e um eletromiograma (EMG), que mede a atividade muscular.



Legenda: Representação gráfica de eletrocardiogramas (ECG), padrões respiratórios e eletromiograma (EMG) em ursos durante o verão e em "hibernação".

Fonte: Adaptado de Tsien, Ø.; et al, 2011.

Com base no enunciado e nos gráficos, pode-se afirmar corretamente que os ursos pardos

a) reduzem batimentos cardíacos durante a "hibernação" e são sincronizados aos ciclos respiratórios e atividade muscular.

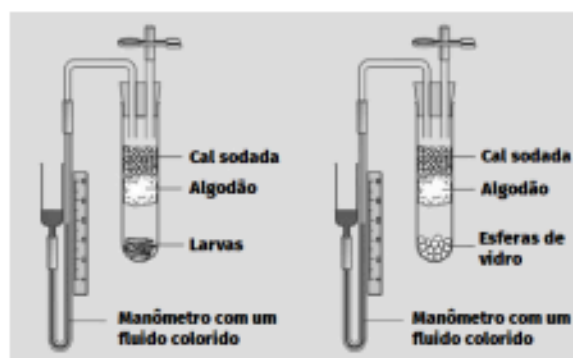
b) sincronizam os ciclos respiratórios e a atividade muscular para levar oxigênio às células que estão realizando metabolismo anaeróbico.

c) durante a "hibernação", têm seus batimentos cardíacos reduzidos para menos da metade em comparação ao período acordado, o que só é viável com aumento da taxa metabólica.

d) apresentam batimentos cardíacos esparsos e dessincronizados com os ciclos respiratórios.

e) conseguem manter sua temperatura corporal alta devido a intensa atividade cardíaca semelhante nos dois períodos.

40) O respirômetro é um equipamento utilizado para medir a taxa de respiração de um ser vivo. A utilização da cal sodada (uma mistura de NaOH e CaO) serve para retirar o CO₂ do interior do frasco. Observe o esquema do respirômetro abaixo e busque interpretá-lo.



Legenda: Respirômetro com uso de cal sodada.

Fonte: Portal - Biology notes for a level.

Sobre esses esquemas, assinale a alternativa incorreta.

a) A cal sodada impede a intoxicação das larvas que seria causada pelo excesso de CO₂ no interior do frasco.

b) O algodão serve para separar a cal sodada das larvas, sem impedir a passagem do ar.

c) A respiração consome o O₂ do interior do frasco e libera o CO₂.

d) Como o CO₂ é absorvido pela cal sodada, a pressão no interior do frasco diminui, o que pode ser medido pelo manômetro.

e) No frasco que apresenta as esferas de vidro, não haverá a diminuição da pressão interna.

41) No contexto das mudanças climáticas, a capacidade de certas bactérias, como as do gênero *Geobacillus*, de converter dióxido de carbono (CO₂) em carbonato de cálcio (CaCO₃) destaca-se como uma estratégia promissora para a biofixação de CO₂. Este mecanismo não só contribui para a redução dos níveis atmosféricos de CO₂, mas também aponta para aplicações potenciais na produção sustentável de biomateriais. Um componente chave neste processo é a enzima anidrase carbônica, que facilita a conversão inicial de CO₂.

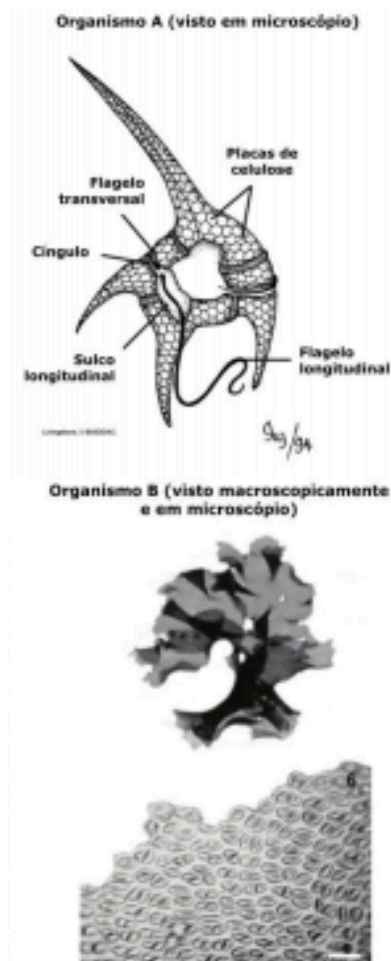
Considerando as rotas bioquímicas envolvidas, qual das seguintes afirmativas melhor descreve a função da anidrase carbônica na biofixação de CO_2 por estas bactérias?

- A anidrase carbônica em *Geobacillus*, como a humana, não só regula o pH através da conversão reversível de CO_2 em bicarbonato, mas também desempenha um papel essencial na biofixação de carbono, um reflexo de sua adaptação a ambientes extremos.
- A anidrase carbônica em *Geobacillus* substitui a função da rubisco capturando e fixando CO_2 diretamente em compostos orgânicos sem a necessidade de bicarbonato como intermediário.
- A anidrase carbônica catalisa a conversão de CO_2 e água em ácido carbônico, que rapidamente se dissocia em bicarbonato, um intermediário chave que facilita a subsequente formação de CaCO_3 , ilustrando um mecanismo eficaz de sequestro de carbono.
- A anidrase carbônica em *Geobacillus* é responsável pela fotólise da água, liberando oxigênio como subproduto da conversão de CO_2 em CaCO_3 .
- A anidrase carbônica conduz à formação de ácido acético (CH_3COOH) a partir do CO_2 atmosférico, um processo que reduz diretamente a concentração de CO_2 sem a formação de bicarbonato ou carbonato de cálcio.

42) "Técnicos do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Alagoas (IMA-AL) estiveram, na manhã desta quinta-feira (1), para verificar uma possível ocorrência de Maré Vermelha em um trecho da praia de Carro Quebrado, no município de Barra de Santo Antônio, no Litoral Norte de Alagoas. Banhistas haviam apresentado sintomas possivelmente provocados por toxinas que são liberadas pelas algas que compõem essas marés. O evento foi registrado às 16h desta quarta-feira, 30, e também teria ocorrido no município de Tamandaré, no litoral sul de Pernambuco. Técnicos do laboratório fizeram coletas de água em pontos da praia com o objetivo de identificar se no local havia proliferação das algas. No entanto, não foram identificadas as manchas na água que caracterizam as marés vermelhas."

Fonte: Portal Oficial do Governo do Estado de Alagoas, publicado em 01 de Fevereiro de 2024.

De acordo com as informações da reportagem, ao analisar as amostras de água coletadas nas praias, a identificação de qual dos organismos abaixo deve ser o foco dos técnicos do IMA-AL?



Fonte Imagem A: Adaptado de Ivy Livingstone, 1996. Portal Casa das Ciências – Fundação Belmiro de Azevedo. Publicado em 7 de abril de 2015.

Fonte Imagem B: Adaptado de Milstein, D. et al. 2015.

- Organismo A, um dinoflagelado.
- Organismo B, uma diatomácea.
- Organismo A, uma rodofíceas.
- Organismo B, uma clorofíceas.
- Tanto o organismo A quanto o organismo B.

43) A *Phragmipedium vittatum*, orquídea nativa do Cerrado brasileiro, ameaçada de extinção, possui uma curiosa estratégia reprodutiva: em artigo publicado na revista *Annals of Botany*, foi descrito como essa planta atrai moscas as enganando com manchas em suas flores que parecem afídeos, pequenos insetos sugadores de seiva que são o único alimento das larvas desta mosca. Tal interação é benéfica apenas para a flor. A mosca, por sua vez, gasta energia e pode perder seus ovos dentro da flor que não possui alimento para as larvas. As estratégias reprodutivas apresentadas pela *Phragmipedium vittatum* podem ser consideradas um exemplo de:

- mutualismo obrigatório entre a flor e a mosca.
- parasitismo entre a flor e a mosca.
- mutualismo não obrigatório entre a flor e a mosca.
- comensalismo entre a flor e a mosca.
- amensalismo entre a flor e a mosca.

44) Os desmatamentos desenfreados da Amazônia não só resultam em perda de biodiversidade, mas também aumentam o risco de emergência de doenças infecciosas desconhecidas, referidas pela Organização Mundial da Saúde como Doenças X. Essas doenças podem surgir devido ao aumento do contato entre humanos e animais selvagens, que podem ser reservatórios de patógenos ainda não conhecidos pela ciência médica. Considerando este cenário e os desafios associados à prevenção de pandemias futuras, qual das seguintes estratégias seria a mais eficiente e economicamente viável para mitigar o risco representado pelas Doença X, integrando conhecimentos de biologia, ecologia e saúde pública?

- a) Desenvolvimento de uma base de dados global de sequenciamento genético de patógenos identificados em animais selvagens da Amazônia, permitindo a identificação precoce de agentes patogênicos emergentes.
- b) Intensificação da pesquisa em terapias antivirais de amplo espectro, capazes de atuar contra uma vasta gama de vírus, independentemente de sua estrutura genética específica.
- c) Lançamento de programas de educação comunitária na Amazônia sobre os riscos de doenças zoonóticas, focando na prevenção do contato direto com animais selvagens.
- d) Implementação de políticas rigorosas de conservação ambiental para proteger habitats naturais e reduzir o contato humano com animais selvagens, diminuindo, assim, a probabilidade de espalhar novos patógenos.
- e) Adoção de tecnologias de inteligência artificial para monitorar alterações ambientais em tempo real, prevendo áreas de alto risco para o surgimento de novas doenças infecciosas.

45) Em uma área que passou por um evento de perturbação ambiental, duas espécies de plantas se destacaram. A primeira exibiu um padrão de rápida ocupação, gerando muitos descendentes de pequeno porte que se espalham pelo ambiente. A segunda, que surgiu em uma fase posterior, apresentou um padrão de reprodução mais contido, com sementes de maior investimento energético e germinação seletiva. Qual alternativa associa corretamente as estratégias reprodutivas dessas plantas às suas respectivas dinâmicas populacionais?

- a) A primeira espécie demonstra uma estratégia de reprodução intermediária entre r e K; a segunda espécie é estritamente estrategista K, focando em qualidade sobre quantidade na prole.
- b) As duas espécies são classificadas como estrategistas K, com estratégias de crescimento populacional similares; a variação no tamanho das sementes é uma adaptação a vetores de dispersão diferenciados.
- c) Ambas as espécies se adaptam como estrategistas r, adaptadas a condições ambientais em constantes mudanças; a distinção reside na taxa de germinação e estabelecimento das plântulas.
- d) A primeira planta é categorizada como estrategista K, pois não tem grandes investimentos parentais; a segunda se adapta como estrategista r, prosperando em áreas sujeitas a mudanças frequentes.

e) A primeira espécie se enquadra no perfil de estrategista r, comum em locais de recolonização rápida; a segunda espécie segue o perfil de estrategista K, típico de contextos onde a competição se intensifica.

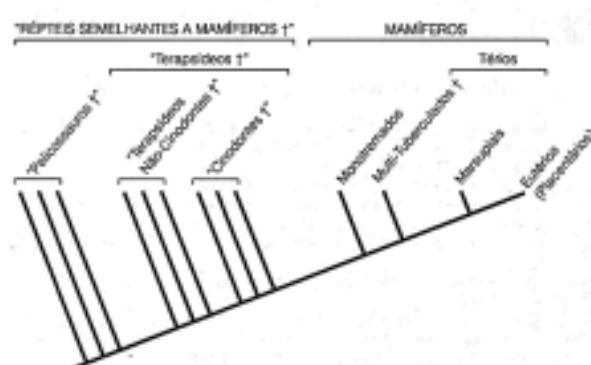
46) Existem diversas evidências de que organelas como cloroplastos e mitocôndrias eram células procariontes que foram incorporadas por células eucariontes de organismos ancestrais. Assinale a alternativa que lista algumas dessas evidências.

- a) Mitocôndrias e cloroplastos possuem parede celular e metabolismo próprio.
- b) Mitocôndrias e cloroplastos possuem cromossomos em formato de X envolvidos por uma carioteca.
- c) Mitocôndrias e cloroplastos não são organelas membranosas e também não possuem material genético próprio.
- d) Mitocôndrias e cloroplastos possuem DNA circular e ribossomos similares aos de bactérias.
- e) Mitocôndrias e cloroplastos possuem mais de uma membrana celular e carioteca envolvendo seu DNA circular.

47) Após um desastre climático severo, o número de uma população de lagartos em uma ilha sofreu uma redução acentuada. Antes do evento, essa população caracterizava-se pela igualdade na distribuição dos alelos "A" e "a". Observações posteriores, realizadas em uma situação de isolamento geográfico e na ausência de alterações ambientais significativas que pudessem favorecer características específicas, indicaram um incremento na frequência do alelo "a". Considerando o cenário descrito, qual das alternativas melhor explica a alteração da frequência alélica?

- a) Migração de indivíduos com o alelo "a" de outras populações, enriquecendo geneticamente o grupo remanescente.
- b) Mutações direcionadas do alelo "A" para "a", como uma resposta adaptativa ao novo ambiente pós-desastre.
- c) Modificações nas frequências alélicas devido a processos aleatórios, refletindo a influência da deriva genética em uma população drasticamente reduzida.
- d) Desenvolvimento de uma vantagem seletiva para o alelo "a", que rapidamente se espalhou pela população.
- e) Seleção sexual intensificada após o evento, favorecendo indivíduos portadores do alelo "a" por preferências comportamentais específicas.

48) Observe o cladograma apresentado. Considerando que são sustentados por homologies, os Cinodontes são representados como parte de qual tipo de grupo?



Legenda: Cladograma representativo das relações filogenéticas de vertebrados extintos e vivos.

Fonte: Pough, F. H. A Vida dos Vertebrados. 4ª Ed. 2008.

- Monofilético.
- Parafilético.
- Polifilético.
- Homoestático.
- Homoplásico.

49) Considerando que as classificações atuais dos seres vivos procuram refletir seu relacionamento evolutivo e que as semelhanças podem ser atribuídas à herança a partir de um ancestral comum como também a pressões ambientais, avalie os itens a seguir como verdadeiro (V) ou falso (F) e escolha a alternativa correta.

I) algumas características são comuns aos 3 Domínios, como citoplasma, ribossomos, membrana plasmática e material genético, mas as diferenças nos rRNA e na estrutura lipídica da membrana ressaltam a divisão dos seres vivos em uma classificação taxonômica mais abrangente que a dos "reinos".

II) o bacilo da tuberculose (*Mycobacterium tuberculosis*), o organismo causador da malária (*Plasmodium falciparum*) e o patógeno causador da esporotricose (*Sporothrix schenckii*) são exemplos de seres procaríotos, mas o único representante do Domínio Archaea é o *S. schenckii*.

III) Arqueas podem se apresentar na forma de bacilos, cocos, entre outros, assim como as bactérias. No entanto, sua parede celular não possui a mesma composição de peptidoglicano.

- V - F - F
- F - V - V
- F - F - F
- V - V - V
- V - F - V

50) É possível identificar vantagens adaptativas a partir do comportamento animal, dependendo do contexto e circunstância, sofrendo influência genética e ambiental. Mas, para fins didáticos, para essa questão, considere as seguintes definições:

O comportamento inato é geneticamente determinado em um organismo e pode ser apresentado em resposta a um sinal sem que haja experiência prévia. O comportamento aprendido é aquele que um organismo desenvolve como resultado da experiência.

A partir disso, analise as afirmações abaixo e assinale a alternativa correta.

I - o ovo de uma fêmea "ganso-bravo" (*Anser anser*) rola para fora do seu ninho e é perdido de vista, mas a fêmea avista um objeto semelhante ao seu ovo e realiza movimentos com a cabeça empurrando o objeto para o seu ninho tendo a certeza que resgatou seu ovo.

II - um "rato veadeiro" (*Apodemus sylvaticus*) e um "coelho" (família *Leporidae*) eram criados em ambiente cujo chão era de cimento. Ao mudarem de espaço, agora com exposição à terra e areia, os mesmos cavaram o chão e construíram suas tocas.

III - o experimento de Wolfgang Köhler demonstrou a sagacidade de chimpanzés (família *Hominidae*) em resolver problemas. Foi pendurada uma banana na gaiola a uma altura que não alcançassem e disponibilizadas algumas caixas no chão; após tentativas frustradas, os chimpanzés empilharam as caixas, subiram em cima delas e pegaram a banana.

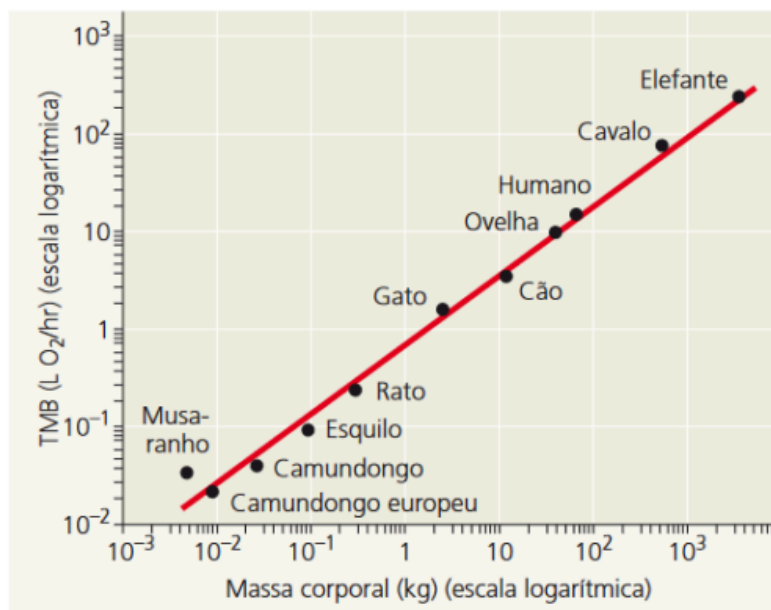
IV - mandarins (*Taeniopygia guttata*) são aptos geneticamente para vocalizar, mas o som a ser emitido é dependente de sua experiência anterior com as aves mais velhas de sua espécie.

- A afirmação I representa um comportamento inato, assim como a afirmação III.
- A afirmação III representa um comportamento inato, visto que os chimpanzés são adaptados a escalar objetos atrás de seu alimento.
- A afirmação III representa um comportamento aprendido.
- É impossível determinar as variações comportamentais por ser uma área de estudo totalmente empírica.
- As afirmações II e IV representam comportamentos aprendidos.

APÊNDICE C – QUESTÕES DA PROVA DA FASE 2B DA XX OBB

Prova de fase 2B da XX OBB/Gabarito Definitivo

01) O gráfico a seguir evidencia a taxa metabólica basal ((TMB), L O₂/h) em função da massa corporal de diversos animais. A partir das informações desse gráfico, julgue as seguintes proposições como verdadeiras (V) ou falsas (F):



Legenda: Gráfico a taxa metabólica basal ((TMB), L O₂/h) em função da massa corporal de diversos animais. **Fonte:** REECE, J. B. Biologia de Campbell, 10ª Ed. 2015

- I. (F) O coeficiente de determinação (R^2) do gráfico apresentado se aproxima de 0. Isso ocorre quando duas grandezas são diretamente proporcionais.
- II. (F) O elefante apresenta o maior metabolismo quando TMB é padronizada por unidade de massa corporal entre os animais apresentados no gráfico.
- III. (V) O ponto correspondente à ovelha, próximo à reta de regressão, indica que a sua TMB poderia ser bem inferida pela sua massa corporal.
- IV. (F) Um valor -p* abaixo de 0.95 em um teste de hipóteses sobre a correlação entre TMB e massa corporal indicaria significância estatística.

valor -p* nível descritivo ou probabilidade de significância

Gabarito Comentado:

F – F – V - F

I. Falso. O coeficiente de determinação (R^2) próximo de 0 indica que a regressão não explica a variação dos dados; isso geralmente não ocorre em grandezas diretamente proporcionais. No gráfico, esperaríamos um R^2 alto, o que indicaria uma boa correlação entre a taxa metabólica basal e a massa corporal.

II. Falso. O elefante está entre os animais com a menor TMB quando padronizada por unidade de massa corporal ($L O_2/h.m$). Animais menores, como o musaranho, apresentam uma TMB mais elevada por unidade de massa corporal.

III. Verdadeiro. Se um ponto está próximo à linha de regressão, isso indica que o valor real da TMB para a ovelha é próximo ao valor previsto pela regressão para sua massa corporal, o que sugere que o modelo de regressão é apropriado para inferir a TMB da ovelha com base em sua massa.

IV. Falso. Um valor-p abaixo de 0.95 não indicaria significância estatística. Na prática, valores de p comumente considerados como limiares para significância estatística são 0.05 ou menores. Um valor-p de 0.95 sugeriria que há uma alta probabilidade de que os resultados observados poderiam ter ocorrido ao acaso, portanto não rejeitando a hipótese nula.

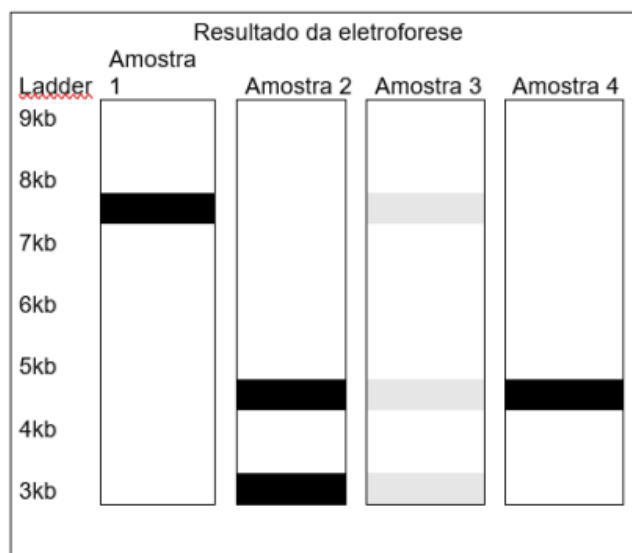
02) Em um projeto de biotecnologia destinado ao desenvolvimento de uma nova formulação de suplemento de lactase para pessoas com intolerância à lactose, pesquisadores estão inserindo o gene da lactase, com 4.500 pares de base (pb), em um plasmídeo bacteriano de 3.000 pb. Para facilitar a inserção do gene da lactase no plasmídeo, a enzima de restrição EcoRI é utilizada devido à sua capacidade de reconhecer e cortar a sequência palindrômica GAATTC, cortando entre as bases G-A, formando uma “ponta-solta” com as bases AATTC. O sucesso na produção do plasmídeo recombinante é vital para a síntese eficiente da lactase. Para que esse projeto tenha sucesso, os pesquisadores devem selecionar um plasmídeo que contenha uma sequência de DNA, que seja reconhecida pela endonuclease em questão. Com isso em mente, os pesquisadores analisaram quatro plasmídeos disponíveis no laboratório:

Tabela de Sequências de Nucleotídeos dos Plasmídeos:

Segmento	Sequência de Nucleotídeos dos Plasmídeos
A	AGCTTGAATTCGAC
B	TCGAAGCTTAGCTT
C	GGAATTCGGAAGC
D	CCAGCTGAATTCGGTT

Legenda: Tabela de Sequências de Nucleotídeos dos plasmídeos. **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB.

Após a ligação do gene da lactase ao plasmídeo e sua reintrodução em bactérias hospedeiras, amostras de DNA plasmidial recombinante foram tratadas com EcoRI e analisadas pela técnica de eletroforese em gel de agarose. Os resultados obtidos estão representados na imagem esquemática abaixo:



Legenda: Resultado da análise por eletroforese em gel de agarose. Ladder= Padrão de massa molecular.
Fonte: Comissão Organizadora da XX OBB.

Sobre o experimento realizado por esses pesquisadores e a teoria envolvida neste assunto, foram feitas as seguintes proposições. Analise-as, julgando se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

- I. (V) a sequência correta para a clivagem por EcoRI está presente no Segmento D.
- II. (V) a presença de uma banda única de 7.500 pb na Banda 1 indica que o plasmídeo foi corretamente montado com o gene da lactase.
- III. (V) o segmento que contém a sequência correta para a clivagem por EcoRI é essencial para garantir a inserção efetiva do gene da lactase no plasmídeo.
- IV. (F) a Banda 2, mostrando dois fragmentos distintos, sugere que o plasmídeo e o gene da lactase existem separadamente, indicando um possível erro no processo de ligação ou uma amostra de controle negativo.

Gabarito Comentado:

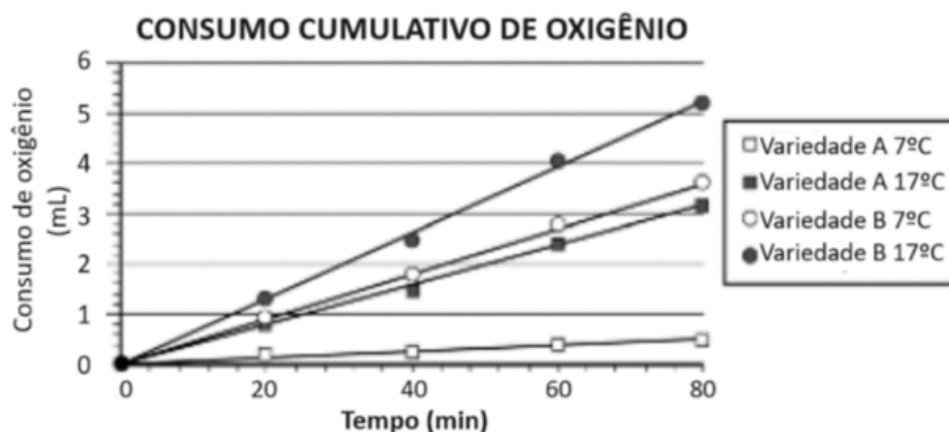
I. Verdadeira: Gabarito Alterado. A sequência de nucleotídeos do plasmídeo D é CCAGCTGAATTCGGTT, apresentando a sequência GAATTC, reconhecida e cortada pela enzima de restrição EcoRI.

II. Verdadeira: Uma banda única de 7.500 pb indica a formação bem-sucedida do plasmídeo recombinante, resultante da ligação correta do gene da lactase ao plasmídeo.

III. Verdadeira: Selecionar corretamente o segmento com a sequência alvo de EcoRI é crucial para o sucesso da clivagem e, conseqüentemente, para a inserção efetiva do gene da lactase no plasmídeo.

IV. Falsa: A presença de duas bandas distintas na Banda 2 pode indicar uma amostra de controle ou o resultado esperado antes da ligação, mas não necessariamente um erro no processo.

03) Um dos principais cultivares comerciais do Cazaquistão, país-sede da IBO 2024, é o trigo, sendo um grande exportador tanto do grão quanto da farinha. Um dos motivos para a alta produtividade de trigo neste país é que esta planta possui um metabolismo que é favorecido em ambientes temperados. Por conta disso, o país pesquisa muito como as mudanças ambientais podem afetar a produção desta planta tão importante para sua economia. Um biólogo estava avaliando duas variedades de trigo recém-desenvolvidas como culturas potenciais. Em um experimento, as mudas foram germinadas em papel toalha úmido a 20°C por 48 horas. O consumo de oxigênio das mudas com dois dias de idade foi medido em diferentes temperaturas. Os dados são mostrados no gráfico abaixo.



Legenda: Gráfico ilustrando o consumo cumulativo de oxigênio de mudas de trigo ao longo do tempo. **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB.

Com base nos dados fornecidos acima e seu conhecimento sobre fisiologia vegetal, analise as proposições e avalie se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

I. (F) As variedades A e B apresentam diferenças significativas no consumo de oxigênio em temperaturas de 7°C e 17°C, pois houve maior consumo de oxigênio sob condições de menor temperatura.

II. (V) As mudas da variedade A cultivadas a 7°C e a 17°C possuem taxas de consumo de oxigênio de 0,0062mL/min e 0,040mL/min, respectivamente.

III. (V) Em termos de produtividade líquida, a condição de 7°C garante menor ocorrência de fotorrespiração nas plantas, aumentando a quantidade de fotossíntese nas células.

IV. (F) A fotorrespiração envolve reações que ocorrem nos cloroplastos, peroxissomos e retículo endoplasmático liso.

Gabarito Comentado:

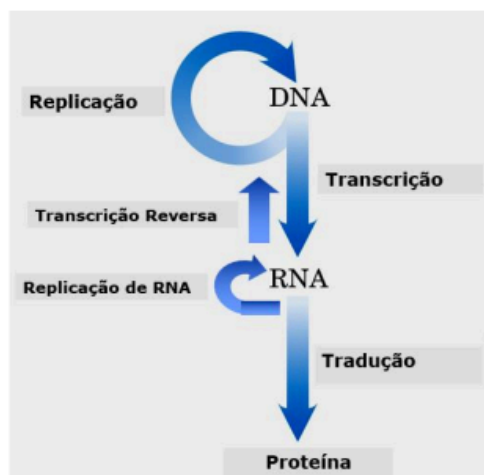
I. Falso. O trigo é uma planta C3, tendo uma rota metabólica favorecida em ambientes mais frios.

II. Verdadeira. A variedade A, a 7°C: $(0,5 - 0 \text{ mL}) / (80 - 0 \text{ min}) = 0,0062 \text{ mL/min}$; variedade A, a 17°C: $(3,2 - 0 \text{ mL}) / (80 - 0 \text{ min}) = 0,040 \text{ mL/min}$ (poderiam ser usados outros pontos do gráfico para chegar nesses resultados).

III. Verdadeira. Plantas C3 em ambientes muito quentes tendem a entrar em fotorrespiração, diminuindo a produtividade fotossintética.

IV. Falso. Na fotorrespiração, são envolvidos o cloroplasto, o peroxissomo e a mitocôndria, não o retículo endoplasmático liso.

04) O fluxo de informação genética normalmente ocorre em sentido único. A molécula de DNA direciona para síntese de RNA e a partir desta molécula, é possível dar origem a uma proteína específica, em alguns casos, o RNA sofre *splicing* alternativo originando mais de uma proteína. O Dogma central da Biologia foi proposto por Francis Crick em 1958, mas sofreu algumas alterações por identificar algumas enzimas que são capazes de utilizar o RNA para produzir DNA.



Legenda: fluxo de informação genética; **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB.

Considerando o texto e imagem correspondente, analise as proposições e avalie se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

I. (V) Replicação semi conservativa: As duas fitas de DNA se desconectam e cada uma serve de modelo para a síntese de uma fita complementar nova. O resultado são duas moléculas de DNA com uma fita original e uma fita nova.

II. (V) O desenrolamento das fitas é feito pela Topoisomerase e a separação das duas fitas da dupla hélice por ação da enzima DNA helicase. Essa enzima quebra as ligações de pontes de hidrogênio entre as duas bases nitrogenadas dos nucleotídeos.

III. (V) As DNA polimerases requerem a presença de pequenos fragmentos de oligonucleotídeos para dar início a síntese da nova fita (são os *primers*).

IV. (F) Em eucariotos existe somente uma RNA polimerase envolvida na síntese de RNAs específicos, como, RNAs Ribossômicos, RNAs transportadores e RNAs mensageiros.

Gabarito Comentado:

(V) O processo de replicação é semiconservativo. Cada fita serve de molde para uma nova fita complementar.

(V) O DNA no início da replicação está enrolado, para isso a topoisomerase desenrola e a helicase quebra as pontes de hidrogênio.

(V) Para a DNA polimerase começar a replicação é necessário primers indicando os pontos da síntese da nova fita

(F) Existem três RNAs polimerases: RNA polimerase I – localizada no nucléolo e responsável pela síntese do RNA ribossômico, RNA polimerase II – localizada no nucleoplasma e responsável pela síntese do RNA mensageiro, RNA polimerase III – também localizada no nucleoplasma e responsável pela síntese do RNA transportador.

05) Todos os órgãos e tecidos do corpo humano executam funções que contribuem para manter as condições do meio interno praticamente constantes. A homeostasia é a condição de equilíbrio no ambiente corporal interno produzida pela ação conjunta de todos os processos regulatórios corporais. A manutenção da homeostase geralmente envolve ciclos de retroalimentação que regulam parâmetros como temperatura corporal, níveis de glicose sanguínea e pressão arterial. Quando ocorrem alterações nesses parâmetros, mecanismos homeostáticos atuam para restaurar o equilíbrio. Qualquer circunstância que interfira no mecanismo de retroalimentação pode causar desequilíbrio da homeostase. No caso do corpo humano, esse processo pode corroborar para o desenvolvimento de doenças. Desse modo, qual seria o ciclo de retroalimentação referente ao mecanismo homeostático por retroalimentação negativa ou *feedback* negativo, cujo funcionamento é fundamental na regulação fisiológica do organismo, mantendo a homeostase por meio do controle de parâmetros ou variáveis fisiológicas?

Considerando o texto e imagem correspondente, analise as proposições e avalie se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

I. (V) Um dos parâmetros que são regulados por meio do *feedback* negativo é o nível de glicose sanguínea. A *Diabetes Mellitus* Tipo II, por exemplo, é uma doença que causa um desequilíbrio da homeostase e uma falha na retroalimentação negativa envolvendo o hormônio insulina. Essa falha na retroalimentação dificulta ou impossibilita a diminuição da glicose do sangue, quando em alto nível (glicemia) para valores equilibrados (normalidade).

II. (F) Em um indivíduo saudável, os níveis glicêmicos são controlados por dois hormônios, a insulina e glucagon. A insulina é produzida pelas células alfa pancreáticas e atua na diminuição da concentração de glicose no sangue no período pós-prandial. Ou seja, após refeição, os níveis de glicose no sangue aumentam ativando a secreção de insulina. A insulina age como um sinal que ativa as células do corpo para que utilizem a glicose como substrato energético.

III. (V) A insulina faz com que a glicose pós-prandial seja convertida em glicogênio no fígado. Esse processo retira a glicose excessiva do sangue, levando a uma diminuição da glicemia e redução na secreção de insulina, recuperando a homeostase do sistema.

IV. (F) O Glucagon é um hormônio produzido pelas células beta do pâncreas e tem efeito antagônico a insulina, levando a quebra do glicogênio hepático, quando o indivíduo necessita de glicose.

Gabarito Comentado:

I. Verdadeira. A DM II é uma falha na retroalimentação negativa envolvendo a insulina, com isso o indivíduo fica com altos níveis de glicose no sangue.

II. Falsa. A insulina é produzida pelas células beta pancreáticas, já as células alfa pancreáticas produzem glucagon

III. Verdadeira. O excesso de glicose no sangue é convertido para glicogênio hepático.

IV. Falsa. Glucagon é um hormônio produzido pelas células alfa do pâncreas, não beta.

06) Os microrganismos patogênicos possuem e expressam genes que codificam fatores de virulência, esses, por sua vez, conferem habilidade de desencadear processos patológicos. Dessa forma, fatores de virulência contribuem na patogenicidade, ou seja, na capacidade de causar doença em um hospedeiro, influenciando na gravidade de uma doença.

Considerando o texto e imagem correspondente, analise as proposições e avalie se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

I. (V) A presença de organismos produtores de toxinas, como algumas bactérias do gênero *Clostridium*, podem ocasionar alteração na composição da microbiota do hospedeiro (disbiose intestinal) que desencadeiam uma série de doenças gastrintestinais, metabólicas e degenerativas.

II. (V) São exemplos de fatores de virulência: produção de toxinas, presença de cápsula e de enzimas para penetração no tecido hospedeiro.

III. (V) A presença de cápsula aumenta a resistência a fagocitose e o reconhecimento pelos anticorpos.

IV. (F) As fímbrias reduzem a aderência da bactéria à célula hospedeira, permitindo a bactéria invadir a célula.

Gabarito Comentado:

I. Verdadeira. Em nossa microbiota intestinal há alguns microorganismos patogênicos que são controlados pelas outras bactérias. Alterações intestinais podem levar a as bactérias patogênicas a proliferarem e causar doenças.

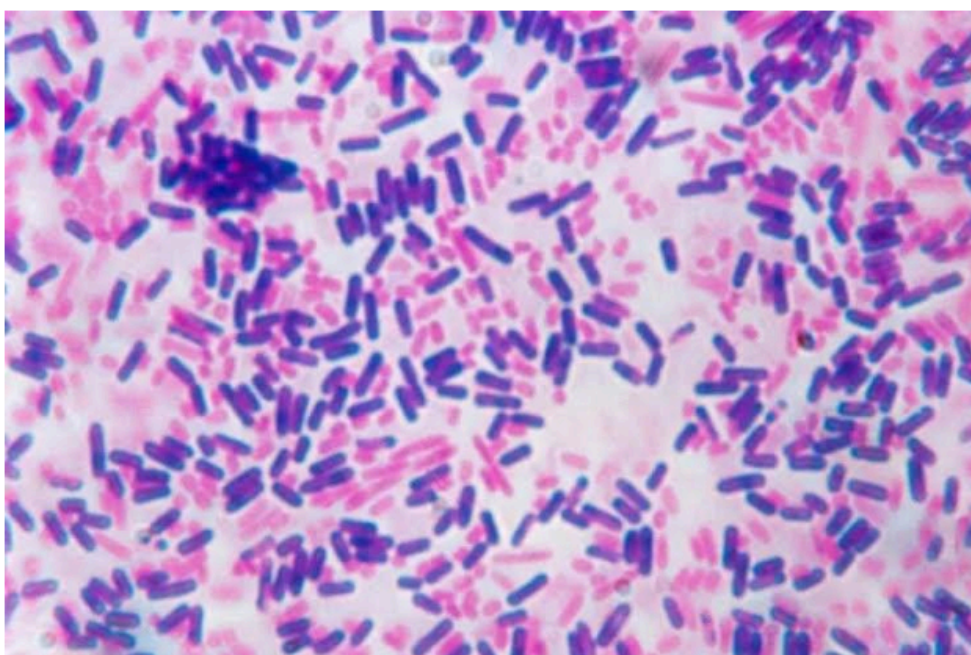
II. Verdadeira. Todos estes fatores são fatores de virulência.

III. Verdadeira. A cápsula permite que a bactéria não seja reconhecida pelo sistema imune, inibindo a fagocitose.

IV. Falsa. A fimbria é um fator de virulência, que ajuda na aderência da bactéria nas células.

07) A coloração de Gram é uma técnica fundamental em microbiologia utilizada para diferenciar bactérias com base na estrutura da sua parede celular. Esta técnica desempenha um

papel crucial nas demandas dos laboratórios clínicos, onde é comumente aplicada para auxiliar na identificação rápida de agentes infecciosos. Durante o processo de coloração, as bactérias são submetidas a uma série de etapas, incluindo a aplicação de cristal violeta, iodeto de potássio, álcool-acetona e safranina. As bactérias que retêm a coloração violeta após a etapa de lavagem com álcool-acetona são classificadas como Gram-positivas, enquanto aquelas que perdem a coloração violeta e são coradas pela safranina são classificadas como Gram-negativas. Esta distinção é crucial na determinação do tratamento adequado de infecções bacterianas, uma vez que as bactérias Gram-positivas e Gram-negativas respondem de forma diferente aos diversos tipos de antibióticos.



Legenda: Fotomicrografia de bactérias coradas pelo método de Gram: **Fonte:** Portal do Instituto Nacional de Medicina Laboratorial.

A respeito dos conceitos de microbiologia, assinale verdadeiro ou falso:

- I. (F) Todas as bactérias Gram-positivas têm uma camada de peptidoglicano mais espessa em comparação com as bactérias Gram-negativas.
- II. (F) Durante a replicação do DNA bacteriano, a enzima topoisomerase é responsável por conectar as fitas de DNA recém-sintetizadas.
- III. (V) Durante a replicação do DNA bacteriano, a DNA polimerase III é capaz de corrigir erros de pareamento de bases por meio de atividade exonucleolítica.
- IV. (F) A conjugação bacteriana é um tipo de reprodução assexuada em que uma célula bacteriana doa parte do seu material genético para outra célula bacteriana.

Gabarito Comentado:

I - Falso. Embora as bactérias Gram-positivas geralmente tenham uma camada de peptidoglicano mais espessa do que as Gram-negativas, isso não é uma regra absoluta. Existem exceções, como algumas bactérias Gram-negativas com paredes espessas de peptidoglicano,

II - Falso. Durante a replicação do DNA bacteriano, a enzima topoisomerase desempenha um papel crucial na relaxação da tensão do DNA superenrolado, permitindo a separação das fitas de DNA para a replicação. No entanto, a ligação das fitas de DNA recém-sintetizadas é realizada pela DNA ligase, não pela topoisomerase.

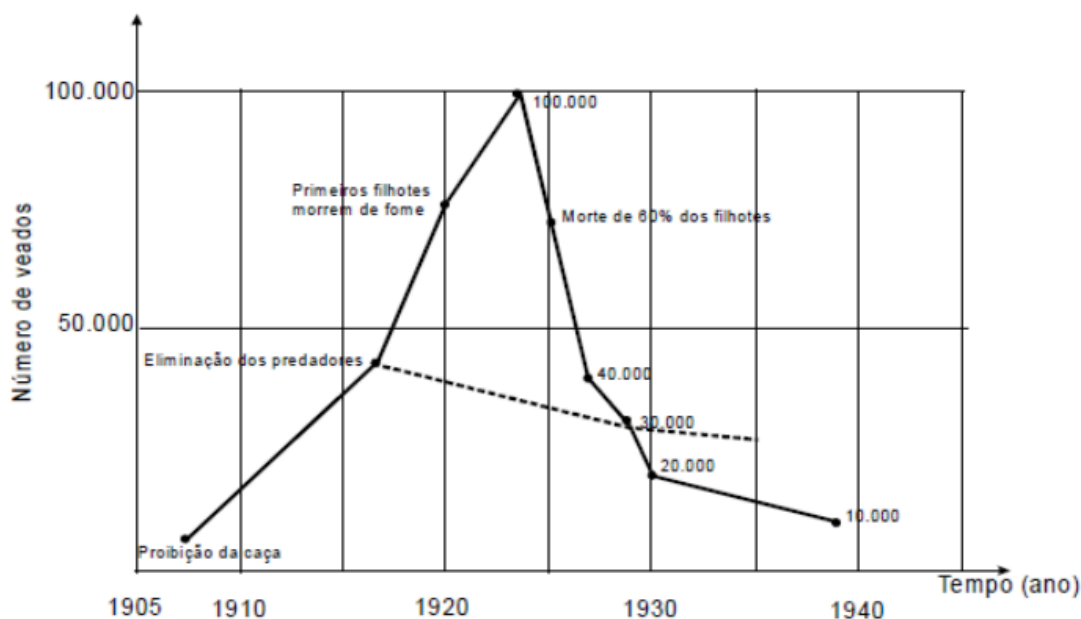
III - Verdadeiro. Durante a replicação do DNA bacteriano, a DNA polimerase III é a principal enzima responsável pela síntese da nova cadeia de DNA complementar à cadeia molde. Além disso, ela possui atividade exonucleolítica, que permite a correção de erros de pareamento de bases através da remoção da base errada e da substituição pela correta. Esse mecanismo de correção de erros aumenta a precisão da replicação do DNA.

IV - Falso. A conjugação bacteriana é um processo de transferência de material genético entre células bacterianas, mas não é um tipo de reprodução assexuada. Envolve a transferência de plasmídeos ou fragmentos de cromossomos entre células bacterianas através de um tubo de conjugação.

08) Leia o texto e analise o gráfico para responder à questão:

No Planalto de Kaibab, localizado no Parque Nacional do Grand Canyon, nos Estados Unidos, um fenômeno ecológico marcante ocorreu na década de 1920. Antes dessa época, a população de veados-mula (*Odocoileus hemionus*) na região era controlada de forma natural por predadores e pela disponibilidade limitada de alimentos. No entanto, com a criação do parque nacional em 1919, a caça de veados-mula foi proibida, juntamente com o estímulo à caça de seus predadores, como pumas, lobos e coiotes.

Resultante dessa política, houve um aumento descontrolado dos veados. Em 21 anos a população dessa espécie passou de 4 mil para 100 mil. Os campos de pastagem não eram capazes de suportar esse número de animais, que consumiam excessivamente a vegetação, incluindo arbustos, árvores jovens e até raízes, e pisoteando o solo, não dando chance do ecossistema se recuperar. Após o ápice da população de veados, ela entrou em declínio. Este desequilíbrio ecológico causado pelo superpovoamento de veados no Planalto de Kaibab serviu como um lembrete poderoso dos complexos sistemas de interdependência na natureza. O estudo desse caso destacou a importância da gestão cuidadosa dos ecossistemas e da consideração dos impactos das intervenções humanas sobre a vida selvagem e o meio ambiente. A história do Planalto de Kaibab continua a ser um exemplo instrutivo nas áreas de ecologia e conservação.



Legenda: Gráfico ilustrando a dinâmica populacional de veados – mula entre os anos de 1905 e 1940.
Fonte: Amabis, J.M.; Martho, G.R. Biologia Moderna. 1ª Ed. 2016.

No gráfico os pontos indicam eventos marcantes sobre a população de predadores e veados no planalto de Kaibab. A linha contínua indica o crescimento e declínio da população de veados. A linha tracejada indica a possível tendência da população de veados-mula caso os predadores não fossem caçados.

Em relação às dinâmicas ecológicas no planalto de Kaibab, assinale com verdadeiro (V) ou falso (F):

- I. () A proibição da caça de veados no Planalto de Kaibab resultou em uma mudança na composição genética da população de veados, devido à pressão seletiva exercida pela competição por recursos escassos.
- II. () A proibição da caça de veados no Planalto de Kaibab desencadeou mudanças nas interações planta-planta, como a competição por nutrientes, afetando a estrutura das comunidades vegetais.
- III. () A proibição da caça de veados no Planalto de Kaibab resultou em uma mudança na distribuição da curva de crescimento populacional, refletindo uma transição para uma curva de crescimento logístico.
- IV. () As únicas populações em Kaibab que tiveram alterações da composição genética são os veados, seus predadores e as plantas das quais os veados se alimentavam.

Gabarito Comentado:

I - Verdadeiro. A mudança na composição genética da população se chama *bottleneck*. Após o aumento e posterior declínio da população, a nova população se restabelece com o repertório genético da população que passou por um “gargalo”, limitando a diversidade genética.

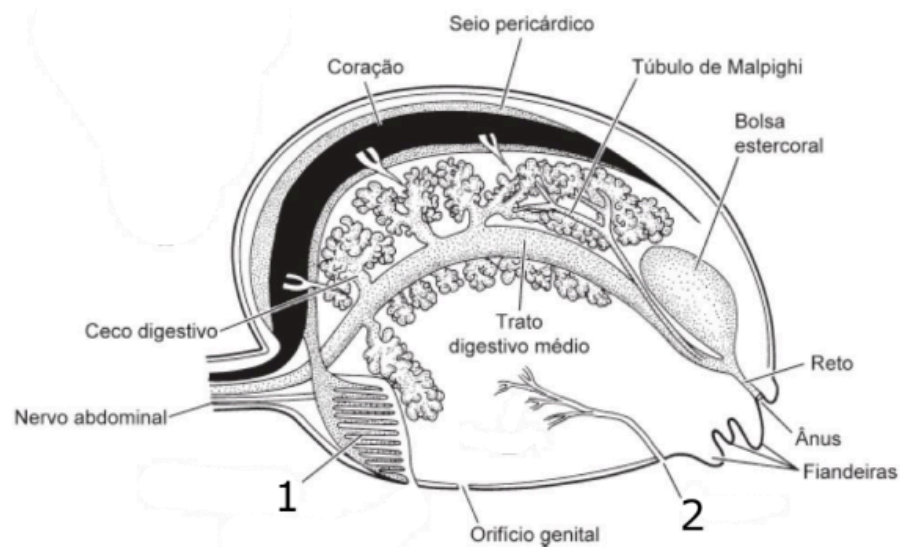
II - Verdadeiro. Com o consumo desenfreado, porém seletivo, de algumas espécies de plantas, as espécies que não eram consumidas pelos veados tiveram chance de proliferar em taxa muito superior àquelas que eram predadas, gerando desbalanços ecológicos e competição por nutrientes que anteriormente não eram observadas na mesma intensidade e presença entre as espécies que compõe o ecossistema local

III - Verdadeiro. As curvas de crescimento logístico são caracterizadas por um platô na população, que ocorre quando a população atinge a capacidade limite daquele ecossistema.

IV - Falsa. Outros organismos que possuem interações ecológicas com predadores, veados e plantas, potencialmente também tiveram alterações nas estruturas de suas populações, como outros animais que se alimentavam das plantas que entraram em declínio populacional ou ectoparasitas dos predadores e veados, como carrapatos.

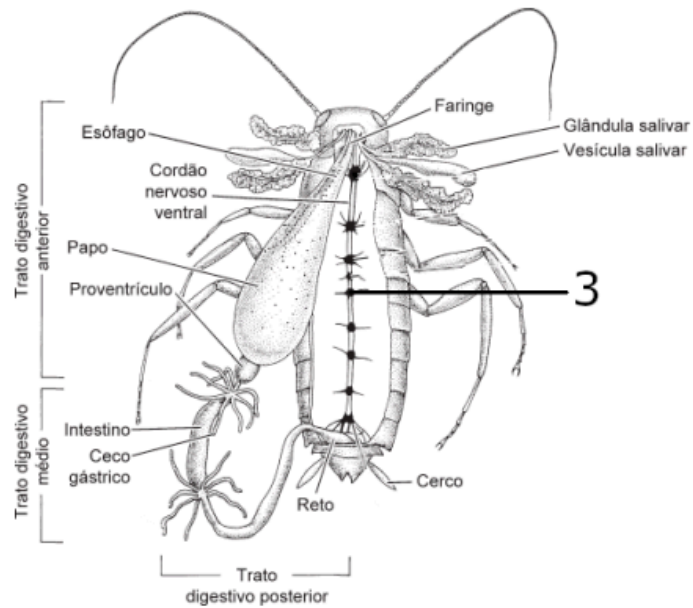
09) Levando em consideração as figuras A, B, C e D que representam respectivamente um aracnídeo, um inseto, um inseto e um artrópode genérico, assinale verdadeiro (V) ou falso (F) para as relações entre os números e as estruturas anatômicas indicadas correspondentes.

Figura A)



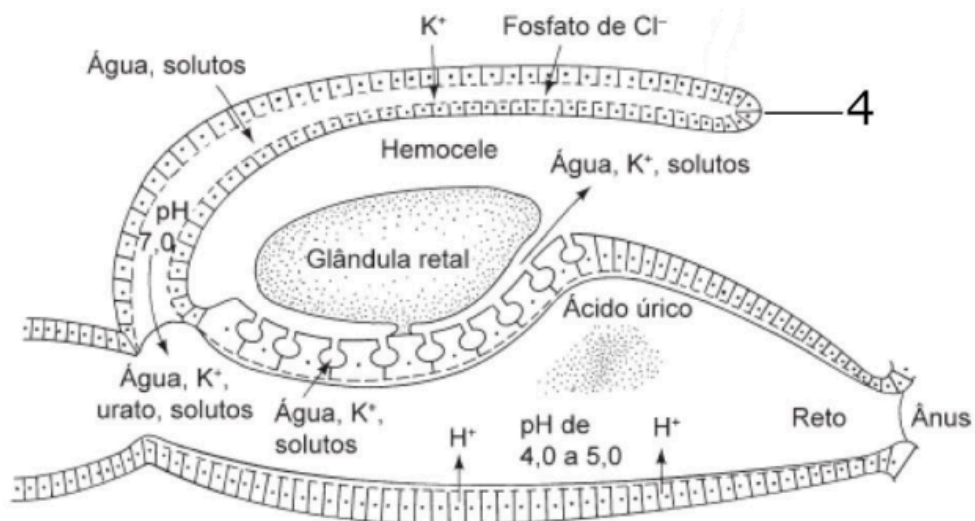
Legenda: Estruturas anatômicas de um aracnídeo hipotético. **Fonte:** Brusca, R.C.; Brusca, G.J. Invertebrados. 3ª Ed. 2018.

Figura B)

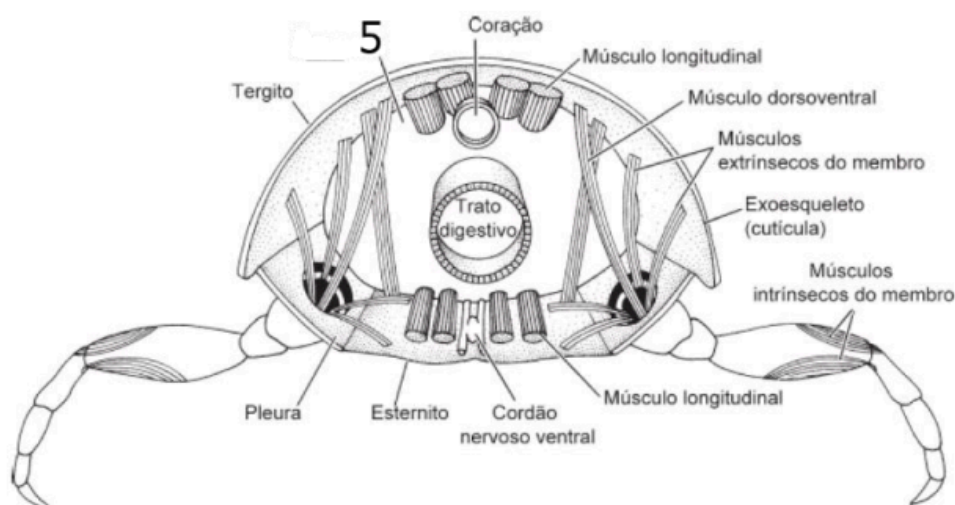


Legenda: Estruturas anômicas de um inseto hipotético. **Fonte:** Brusca, R.C.; Brusca, G.J. Invertebrados. 3ª Ed. 2018.

Figura C)



Legenda: Estruturas anômicas de um inseto hipotético. **Fonte:** Brusca, R.C.; Brusca, G.J. Invertebrados. 3ª Ed. 2018.

Figura D)

Legenda: Estruturas anômicas de um artrópode hipotético. **Fonte:** Brusca, R.C.; Brusca, G.J. Invertebrados. 3ª Ed. 2018.

- I. (V) 1 – pulmão foliáceo, 2 - espiráculo e 3 – gânglio
 II. (F) 3 - gânglio, 4 – ceco gástrico e 5 – pseudoceloma
 III. (F) 1 – trato digestivo anterior, 2 – nervo abdominal e 3 - coração
 IV. (V) 3 - gânglio, 4 – túbulo de Malpighi e 5 – hemocele

I - Verdadeiro. 1 – o pulmão foliáceo de um aracnídeo, 2 – o espiráculo de um aracnídeo (aranhas possuem tanto pulmões quanto espiráculos) 3 – um dos gânglios de um inseto.

II - Falso. 3 – um dos gânglios de um inseto, 4 – Não é um ceco gástrico, isso fica claro quando observa-se que no órgão da imagem ocorre excreção, 5 – não é um pseudoceloma, em artrópodes essa cavidade chama-se hemocele.

III - Falso. 1 – não é parte do trato digestivo, é um pulmão foliáceo de um aracnídeo, 2 – não é um nervo, mas sim um espiráculo de aracnídeo, 3 – não é um coração, mas sim um gânglio.

IV - Verdadeira. 3 – um dos gânglios de um inseto, 4 – túbulo de malpighi de um inseto, 5 – hemocele de um artrópode.

10) A PCR ou Reação em Cadeia da Polimerase é uma técnica utilizada nos laboratórios e possibilita a amplificação de um dado fragmento da amostra de DNA inicial de forma exponencial. Graças a essa técnica, um teste genético pode ser iniciado a partir de uma única célula, pois o DNA será multiplicado *in vitro* em quantidade suficiente para ser detectado no teste.

Com base nestas informações, assinale V, para Verdadeiro ou F para Falso em cada uma das proposições abaixo:

I. (**F**) A reação envolve a utilização dos nucleotídeos do DNA e do RNA, sequências de iniciadores específicos ou *primers*, DNA polimerase termoestável, MgCl₂ (cofator para a enzima), tampão, H₂O e o DNA molde.

II. (**V**) A técnica consiste basicamente em três etapas: a dupla fita é desnaturada pelo calor; em seguida, cada *primer* (senso e anti-senso) anela a uma das fitas simples do DNA e após, ocorre o processo de extensão e polimerização da fita, a partir da adição de nucleotídeos e ação da DNA polimerase.

III. (**F**) A reação de amplificação é catalisada pela DNA polimerase, a qual anela um pequeno fragmento de DNA de fita simples, chamado de oligonucleotídeo iniciador ou *primer*, a uma fita molde de DNA para poder iniciar a polimerização.

IV. (**F**) A visualização dos resultados de uma PCR convencional ocorre a partir da técnica de eletroforese via aplicação destes produtos em um gel de agarose ou acrilamida, mostrando se houve ou não amplificação, o tamanho do fragmento e a quantidade numérica exata do produto obtido.

I - Falso. A reação envolve a utilização de 4 desoxirribonucleotídeos trifosfatados (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), os dNTPs são a matéria-prima da síntese do DNA durante a PCR, sequências de iniciadores específicos ou primers, uma DNA polimerase termoestável, MgCl₂ (cofator para a enzima), tampão, H₂O e o DNA molde.

II - Verdadeiro.

III - Falso. A reação de amplificação é catalisada pela enzima DNA polimerase, a qual alonga um pequeno fragmento de DNA de fita simples, chamado de oligonucleotídeo iniciador ou primer, quando este, por sua vez, já encontra-se anelado a uma fita molde de DNA.

IV - Falso. A visualização dos resultados de uma PCR convencional ocorre por eletroforese via aplicação destes produtos em um gel de agarose ou acrilamida, mostrando se houve ou não amplificação e o tamanho do fragmento, mas não é capaz de precisar numericamente a quantidade do produto obtido pois é um método semiquantitativo.

11) Uma das características mais importantes a serem analisadas na morfologia floral é a simetria. Há dois tipos principais de simetria, a simetria bilateral (= flores zigomorfas) corresponde aquelas em que a corola da flor possui apenas um eixo de simetria, enquanto que na simetria radial (= flores actinomorfas) a corola possui vários eixos de simetria. Tendo esses conhecimentos em mente, observe as imagens a seguir e, com base no que é possível observar nessas imagens, julgue as proposições referentes a elas como verdadeiras (V) ou falsas (F):



Legenda: imagens para análise da simetria floral. **Fonte:** Google Imagens.

- I. (**F**) A análise da imagem A permite inferir que a espécie mostrada possui flor de simetria bilateral.
- II. (**V**) A imagem B não é adequada para se determinar a simetria da flor da espécie mostrada, pois seria necessário obter uma imagem de maior aumento.
- III. (**V**) A análise da imagem C permite inferir que a espécie mostrada possui flor de simetria bilateral.
- IV. (**F**) A análise da imagem D permite inferir que a espécie mostrada possui flor de simetria radial.

Gabarito Comentado:

I - Falso. A flor mostrada na imagem possui vários eixos de simetria, portanto é uma flor de simetria radial.

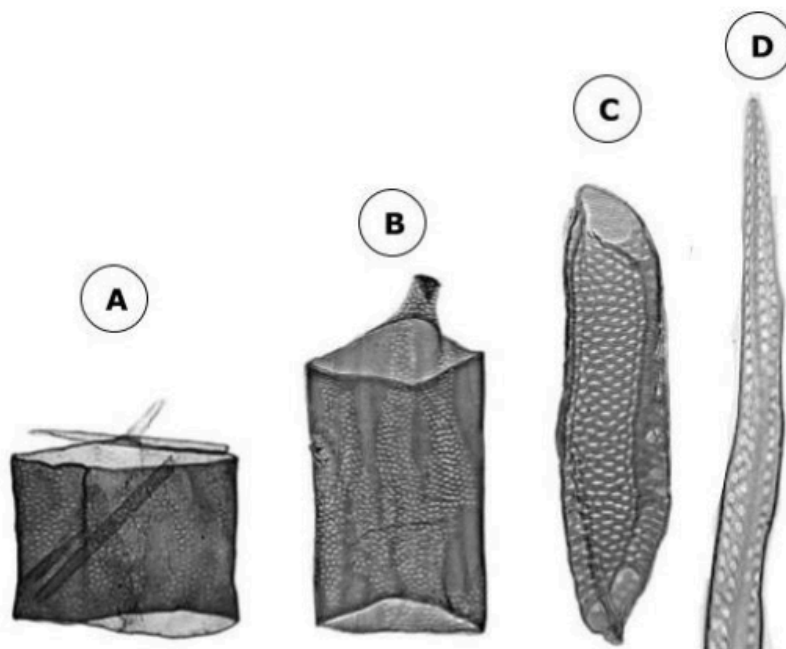
II - Verdadeiro. A imagem mostra uma espádice, ou seja, uma inflorescência com flores muito diminutas que devem ser analisadas morfológicamente numa lupa (estereomicroscópio).

III - Verdadeiro. A flor mostrada possui apenas um eixo de simetria, sendo, portanto, bilateral.

IV - Falso. A imagem mostra um capítulo, ou seja, uma inflorescência. Para se determinar a simetria das flores, seria necessário analisá-las, provavelmente com o auxílio de lupa (estereomicroscópio).

12) Um pesquisador estava analisando as células condutoras do xilema de duas espécies vegetais, um pinheiro e um ipê amarelo. Nesse processo, ele realizou uma dissociação, ou seja, preparou amostras do xilema e adicionou um reagente que dissolve a lamela média das células, isolando-as para melhor visualização das células individualmente. Ao observar no microscópio, o pesquisador observou 4 morfologias de células condutoras, sendo que aquelas encontradas no pinheiro não eram encontradas no ipê amarelo e vice-versa. No entanto, o

pesquisador se esqueceu de anotar qual morfologia pertencia a cada espécie. Ao invés disso, ele apenas fotografou as células, conforme imagem a seguir:



Legenda: Formato das células do xilema d de duas árvores. **Fonte:** Imagens A, B, e C: Helmling, S., Olbrich, A., Heinz, I., & Koch, G. 2018. Imagem D: Jura-Morawiec, J. 2016.

A respeito do contexto descrito, julgue como verdadeiro (V) ou falso (F) os itens a seguir:

- I. (**F**) As células A e B são do ipê amarelo e as células C e D são do pinheiro.
- II. (**V**) As células A, B e C são do ipê amarelo e a célula D é do pinheiro.
- III. (**V**) A célula A é a que apresenta maior eficiência na condução da seiva xilemática.
- IV. (**F**) A célula D é a que participa da formação dos vasos condutores de seiva xilemática mais longos.

Gabarito Comentado:

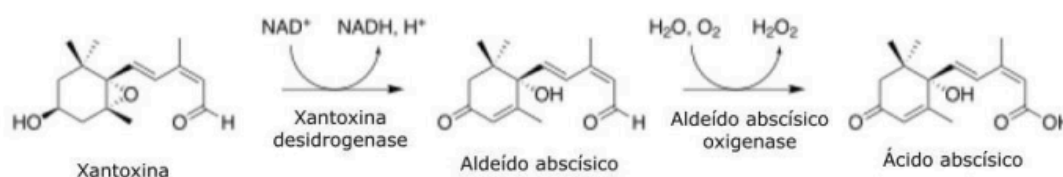
I - Falsa. Apenas a célula D, que é uma traqueíde (sem placa de perfuração), pode ser encontrada num pinheiro (gimnosperma).

II - Verdadeiro. As células A, B e C possuem placas de perfuração e, por isso, são elementos de vaso e encontradas no ipê amarelo (angiosperma). Já a célula D é uma traqueíde, sendo encontrada no pinheiro.

III - Verdadeiro. A célula A possui maior raio e, portanto, conduz seiva mais eficientemente.

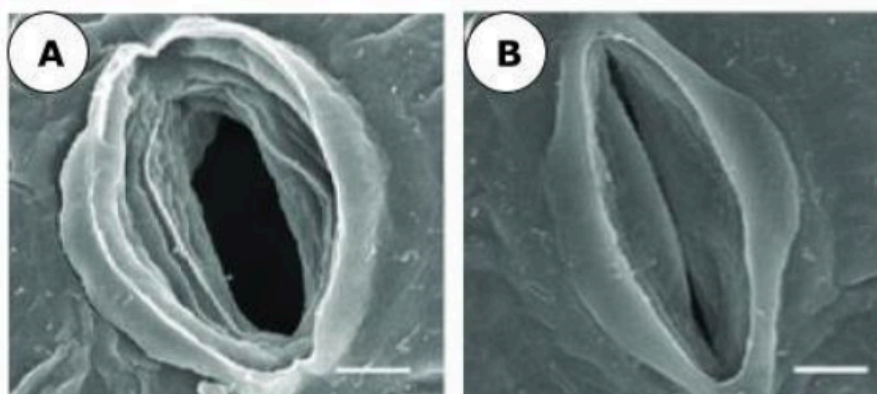
IV - Falso. Como a célula D é uma traqueíde, ela não se organiza em vasos, pois sua comunicação com outras traqueídes se dá apenas pelas pontuações.

13) Um grupo de pesquisadores estava investigando a possível influência da enzima xantoxina desidrogenase nos níveis de abertura estomática em tomateiro (*Solanum lycopersicum*). A função da enzima está mostrada na figura a seguir:



Legenda: Função da enzima xantoxina desidrogenase. **Fonte:** Portal *Trends in Plant Science*

Para a investigação, foram analisados dois grupos de tomateiros. O grupo 1 apresenta o alelo do gene da xantoxina desidrogenase selvagem, já o grupo 2, possui um alelo mutante que codifica para uma proteína não funcional. A análise consistiu em realizar imagens de microscopia da epiderme foliar de tomateiros de ambos os grupos, em duas condições: sob alta e baixa disponibilidade de água. De um modo geral, observou-se que os estômatos estavam em duas conformações diferentes, representados nas imagens de microscopia a seguir:



Legenda: Micrografia dos estômatos de tomateiros - *Solanum lycopersicum*. **Fonte:** Xi J.J. *et al*, 2018.

A respeito do experimento descrito, julgue como verdadeiro (V) ou falso (F) os itens a seguir:

- I. (**V**) As imagens de microscopia foram obtidas da microscopia eletrônica de varredura.
- II. (**F**) Os tomateiros do grupo 1 devem ter exibido majoritariamente estômatos na conformação B tanto sob alta quanto em baixa disponibilidade de água.
- III. (**V**) É esperado que os tomateiros do grupo 2 tenham seus estômatos majoritariamente na conformação A tanto sob alta quanto em baixa disponibilidade de água.

IV. (**V**) É esperado que os tomateiros do grupo 2 devem ter uma taxa de transpiração muito mais elevada que os tomateiros do grupo 1 apenas na condição de baixa disponibilidade de água.

Gabarito Comentado:

I - Verdadeiro. Imagens tridimensionais de superfície de estruturas são obtidas a partir da microscopia eletrônica de varredura.

II - Falso. As plantas do grupo 1 (selvagens) apresentam estômatos abertos (conformação A) em alta disponibilidade de água e estômatos fechados (conformação B) em baixa disponibilidade de água.

III - Verdadeiro. Os tomateiros do grupo 2 (mutante) não possuem enzima funcional e, portanto, o ABA não é produzido. Com isso, os estômatos permanecem abertos (conformação A) mesmo em baixa disponibilidade de água.

IV - Verdadeiro. Na condição de baixa disponibilidade de água, apenas os estômatos dos tomateiros do grupo 2 estarão abertos, portanto a transpiração dos tomateiros do grupo 2 deverá ser bem maior que a dos tomateiros do grupo 1.

14) João, após assistir aulas de bioquímica, foi almoçar em uma churrascaria e ficou muito entusiasmado em utilizar os conhecimentos adquiridos para analisar os alimentos que estava ingerindo. Dê uma ajuda ao João avaliando as análises por ele realizadas.

Considerando as proposições, assinale V, para Verdadeiro ou F para Falso.

I. (**F**) Primeiramente, João serviu-se de arroz e alface. Lembrou-se de que em cada um desses alimentos predominava um tipo de polissacarídeo diferente; um que conseguimos digerir com facilidade e outro que não digerimos. Na alface predomina o amido que digerimos bem, no arroz predomina a celulose, a qual não conseguimos digerir.

II. (**V**) Depois, serviu-se de carne, pegou um belo pedaço de picanha mal passada. Observou que a parte da picanha que entrou em contato com o calor mudou de coloração em comparação com a parte interna, que estava mais crua. Lembrou então que as proteínas, ao entrarem em contato com o calor, podem sofrer o processo de desnaturação, perdendo as conformações tridimensionais (estruturas quaternária, terciária e secundária), mas mantendo sua estrutura primária.

III. (**F**) Como João está de "dieta", resolveu não comer a gordura da picanha. Enquanto olhava para a apetitosa gordura no prato, aproveitou para refletir sobre a forma como os triacilgliceróis seriam absorvidos e transportados em sua corrente sanguínea. Pensou o seguinte: "A principal função do quilomícron é transportar lipídeos sintetizados no fígado para os tecidos periféricos, enquanto o VLDL transporta os lipídeos recém absorvidos da dieta para o fígado".

IV. (**V**) Ainda em relação aos lipídeos, lembrou-se de que o colesterol apresenta várias funções no nosso organismo, entre elas estão a participação como substrato para síntese de hormônios, síntese de sais biliares e estabilização de membranas celulares.

Gabarito Comentado:

I - Falso. A alface contém celulose, que não digerimos, já o arroz tem amido, que conseguimos digerir.

II - Verdadeira. A temperatura alta leva a desnaturação proteica,

III - Falso. O VLDL leva lipídeos para a célula, em alta concentração pode depositar nos vasos.

IV - Verdadeiro. O colesterol tem várias funções importantes no organismo, como síntese de hormônios, sais biliares e estabilização de membranas celulares.

15) Após disputar uma prova olímpica de natação, determinado atleta se submeteu a um exame bioquímico para verificar a dosagem de ácido láctico em sua corrente sanguínea. Foi verificado que, após a realização da prova olímpica, a quantidade de ácido láctico estava alta em sua corrente sanguínea. Considerando o texto acima, julgue como verdadeira (V) ou falso (F) as proposições que explicam o resultado do exame realizado:

I. (F) Excesso de oxigênio no sangue causado pelo aumento da frequência cardíaca, permite o metabolismo anaeróbico.

II. (F) Excesso de gás carbônico no sangue causado pela dificuldade de sua eliminação pela respiração, permite que a célula realize metabolismo aeróbico.

III. (V) O ácido láctico gerado é originado pelo piruvato que permaneceu no citoplasma, gerando 2 moléculas de ATP de rendimento energético.

IV. (V) A fermentação nos músculos é causada pelo aumento da demanda de energia durante a atividade física e insuficiência no fornecimento de oxigênio pelo sistema respiratório.

Gabarito Comentado:

I - Falso. O oxigênio permite metabolismo aeróbico, não anaeróbico

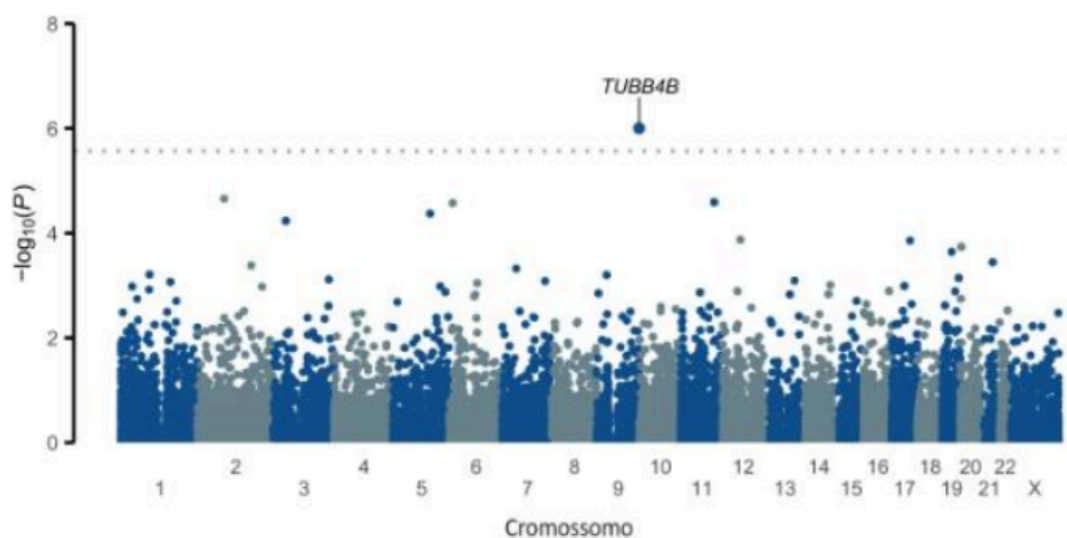
II - Falso. O excesso de CO₂ permite que a célula realize metabolismo anaeróbico.

III - Verdadeiro. O ácido láctico, tem um rendimento baixo de energia, pois na ausência de oxigênio, o piruvato não consegue entrar na mitocôndria. Quando isso ocorre o rendimento energético é de 32 ATPs

IV - Verdadeiro. Devido à alta atividade o oxigênio não consegue chegar na célula para realizar metabolismo aeróbico.

16) Pesquisadores realizaram uma análise exômica em grande escala para investigar a contribuição de variantes genéticas raras na determinação da lateralidade manual em seres humanos. O estudo focou em variantes que causam alterações nas proteínas, potencialmente impactando o desenvolvimento e a função de estruturas celulares e tecidos. A associação entre essas variantes genéticas e a preferência lateral, ser destro ou canhoto, foi analisada em um

conjunto de dados, que inclui 38.043 indivíduos com preferência pela mão esquerda e 313.271 com preferência pela mão direita. Os resultados estão representados no gráfico a seguir, um Manhattan Plot, onde o eixo X denota a localização da variante estudada no genoma e o eixo Y expressa o valor de $-\log_{10}(P)$, refletindo o nível de significância estatística de cada variante genética testada. A linha pontilhada horizontal indica o limiar de significância estabelecido para o teste de hipóteses. O gene destacado, TUBB4B, codifica para uma variante específica da proteína beta-tubulina.



- I. (F) A variante de TUBB4B apresentou o maior valor p e por isso é a mais associada à definição de lateralidade manual.
- II. (V) Os resultados indicam que a atuação de células ciliadas na embriogênese podem ter relação com a lateralidade manual.
- III. (F) O gene relacionado com a lateralidade localiza-se mais próximo da região relacionada com a síndrome de Edwards, do que a relacionada com a síndrome de Patau.
- IV. (V) Variantes de TUBB4B podem alterar a formação dos centríolos na clivagem.

Gabarito Comentado:

- I. Falso - O valor p aparece no eixo Y da seguinte maneira: $-\log$ (valor p). Como valores p são probabilidades, estão entre 0 e 1. Portanto, quanto maior o Y do ponto no gráfico, menor o valor p.
- II. Verdadeiro - Cílios são compostos por microtúbulos, polímeros de tubulina.
- III. Falso. TUBB4B localiza-se no cromossomo 9, segundo o gráfico. O cromossomo relacionado à síndrome de Edwards é o 18, enquanto Patau é o 13.
- IV. Verdadeiro. Os centríolos, organelas formadoras do centríolo, são formados por microtúbulos.

17) Sobre a molécula de DNA assinale quais afirmações são verdadeiras (V) ou falsas (F):

- a) (**F**) Cada nucleotídeo presente em uma cadeia simples de DNA consiste de três partes: um açúcar (desoxirribose) com dois grupos fosfato ligados a ele, e uma base nitrogenada.
- b) (**V**) As bases nitrogenadas são de quatro tipos: adenina, guanina, citosina e timina, correspondendo a quatro nucleotídeos distintos nomeados A, G, C e T.
- c) (**V**) Cada açúcar liga-se ao próximo através do grupo fosfato, criando uma cadeia de polímero composta de uma estrutura repetitiva de açúcar-fosfato, com séries de bases nitrogenadas sobressaindo-se dela.
- d) (**F**) As bases nitrogenadas C e T são chamadas de purinas e as bases nitrogenadas A e G são chamadas de pirimidinas.

Gabarito Comentado:

- a) (F) Cada nucleotídeo presente em uma cadeia simples de DNA consiste de duas partes: um açúcar (desoxirribose) com um grupo fosfato ligado a ele, e uma base nitrogenada.
- d) (F) As bases nitrogenadas A e G são chamadas de purinas e as bases nitrogenadas C e T são chamadas de pirimidinas.

18) Pesquisadores realizaram o alinhamento das sequências de um gene associado à capacidade de metabolizar um certo nutriente. Foram sequenciados indivíduos de quatro grupos populacionais distintos, oriundos de continentes diferentes, que para fins desta questão são nomeados de população A, B, C e D.

	1	24
População A	A	T C G A T C G A C T A C G A T C - -
População B	A	T C G A T C G A C T A C G - T C A -
População C	A	T C G A T C G A C T A C G A T C T T
População D	A	T C G A T C G A C T A C G A T C - -

Legenda: Quadro ilustrativo dos resultados do sequenciamento de um gene associado à capacidade de metabolizar um certo nutriente em quatro populações distintas – A, B, C e D. **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB.

Baseado no alinhamento parcial de sequências de DNA fornecido, analise as seguintes afirmativas e determine se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

- I. (**F**) As diferenças observadas no alinhamento entre as populações A, B, C e D foram com certeza originadas por seleção natural.
- II. (**V**) Os cinco primeiros nucleotídeos das sequências denotam maior importância estrutural do que os cinco últimos.
- III. (**V**) As lacunas (-) ao final das sequências das populações A, B e D podem representar deleções.
- IV. (**F**) As populações B e C sofreram mutações, o que indica que têm problemas na metabolização do nutriente.

Gabarito Comentado:

I. Falso. As diferenças observadas no alinhamento entre as populações A, B, C e D não podem ser imediatamente atribuídas à seleção natural sem informações adicionais. Outros fatores evolutivos, como teoria neutra e deriva genética, também podem resultar em variação genética entre populações.

II. Verdadeiro. Regiões altamente conservadas tendem a ter importância estrutural.

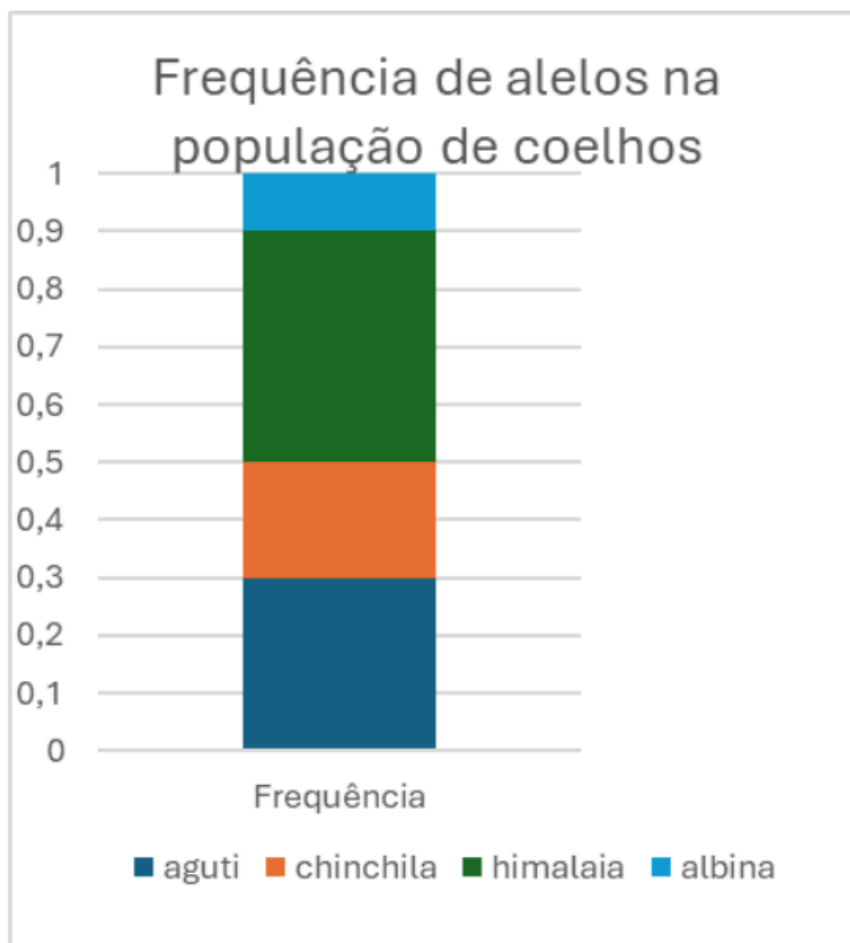
III. Verdadeiro. As lacunas (-) podem representar deleções ou inserções.

IV. Falso. Mutações não são sinônimo de mudanças patogênicas. Podem ser também neutras ou benéficas.

19) A coloração dos pelos de coelhos é definida geneticamente, sendo um exemplo de polialelia. Os alelos que controlam esta característica são os seguintes:

- C = aguti
- cch = chinchila
- ch = himalaia
- ca = albina

Em diferentes populações de coelhos, os indivíduos podem apresentar fenótipos diferentes entre si, dependendo de suas variações de genótipo. Pesquisadores resolveram fazer a análise da composição genética de uma determinada população de coelhos. Nessa análise, desvendaram a distribuição gênica e compilaram os dados no seguinte gráfico:



Legenda: Gráfico da distribuição gênica de uma população de coelhos. **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB

Sabendo da equação de Hardy-Weinberg ($p^2 + 2p.q + q^2 = 1$) e de posse dos dados apresentados no gráfico foram feitas proposições sobre esta população de coelhos, sobre a forma de herança deste gene em específico e sobre as estratégias de sobrevivência na natureza. Julgue como verdadeira(s) (V) ou falsa (s) cada uma delas.

Gabarito Comentado:

I. (**F**) Considerando que a população esteja em equilíbrio de Hardy-Weinberg, a frequência de indivíduos com fenótipo himalaia é 0,51; a frequência de indivíduos com fenótipo aguti é de 0,24.

II. (**F**) Os alelos deste gene apresentam relação de codominância entre si.

III. (**V**) A frequência de indivíduos com fenótipo chinchila nesta população é de 0,24.

IV. (**V**) A menor frequência de indivíduos albinos pode estar relacionada com o fato dos animais apresentarem maior dificuldade em se camuflar com o ambiente.

I – Falso. A frequência do fenótipo aguti é maior que a do fenótipo himalaia. Embora a frequência do alelo himalaia seja maior, pelo padrão de dominância entre os alelos, o fenótipo aguti pode apresentar genótipo C_- , enquanto os indivíduos himalaias apresentam apenas genótipos $chch$ ou $chca$.

$$F(CC) = 0,3 \times 0,3 = 0,09$$

$$F(Ccch) = 2 \times 0,3 \times 0,2 = 0,12$$

$$F(Cch) = 2 \times 0,3 \times 0,4 = 0,24$$

$$F(Cca) = 2 \times 0,3 \times 0,1 = 0,06$$

Assim, a frequência de indivíduos com fenótipo aguti é de 0,51.

$$F(chch) = 0,4 \times 0,4 = 0,16$$

$$F(chca) = 2 \times 0,4 \times 0,1 = 0,08$$

Portanto, a frequência de indivíduos com fenótipo himalaia é de 0,24

II – Falso. É um caso de dominância completa, com esta sequência de dominância entre eles: $C > cch > ch > ca$.

III – Verdadeiro. O fenótipo chinchila pode ter os seguintes genótipos: $cchcch$, $cchch$, $cchca$.

$$F(cchcch) = 0,2 \times 0,2 = 0,04$$

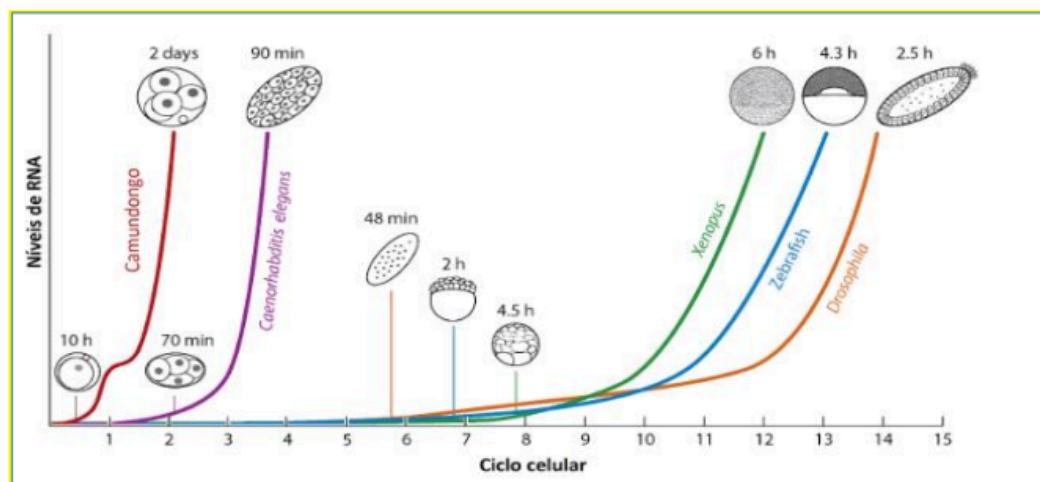
$$F(cchch) = 2 \times 0,2 \times 0,4 = 0,16$$

$$F(cchca) = 2 \times 0,2 \times 0,1 = 0,04$$

Portanto, a frequência do fenótipo chinchila nessa população é de 0,24.

IV – Verdadeiro. Como os indivíduos são todos brancos, se destacam muito no ambiente, aumentando a chance de serem predados e diminuindo a quantidade de indivíduos caca.

20) Na figura abaixo, é apresentada uma análise comparativa dos níveis de RNA mensageiro (mRNA) em relação ao progresso do ciclo celular durante as etapas iniciais de desenvolvimento embrionário em uma diversidade de modelos animais. Esta análise fornece percepções fundamentais sobre a regulação temporal da expressão genética e os mecanismos subjacentes que dirigem a transição materno-zigótica. A transcrição zigótica, um processo chave nesta fase, refere-se à ativação do genoma do zigoto, iniciando a síntese de mRNA a partir de seus próprios genes, em contraste com a utilização de mRNA e proteínas fornecidos pelo oócito materno. Diversos fatores, incluindo modificações epigenéticas, sinais ambientais, e o fornecimento de RNAs e proteínas maternas, são fundamentais nesse processo, refletindo estratégias evolutivas distintas que se correlacionam com os requisitos de desenvolvimento de cada espécie.



Legenda: Gráfico ilustrando o tempo de ativação do genoma zigótico em vários organismos modelo.

Fonte: Lee, M.T.; Bonneau, A.R.; Giraldez, A.J., 2014

Considere os dados apresentados e avalie as seguintes afirmações como verdadeiras (V) ou falsas (F) com base no seu conhecimento de embriologia:

- I. (**F**) Os níveis de mRNA em camundongos elevam-se logo no primeiro ciclo celular, indicando uma transição materno-zigótica mais rápida temporalmente do que nos outros organismos ilustrados.
- II. (**V**) O gráfico mostra que, em *Drosophila*, o aumento dos níveis de mRNA precede a diferenciação celular, sugerindo que os primeiros eventos de transcrição são críticos para estabelecer padrões de determinação celular.
- III. (**V**) Apesar de apresentarem diferenças no tempo de início da expressão zigótica, *C. elegans* e *Xenopus* apresentam clivagem holoblástica.
- IV. (**V**) Após 6h o embrião de *Xenopus* ainda não chegou na fase de gástrula, caracterizada pelo surgimento do blastóporo próximo à crescente cinza.

Gabarito Comentado:

I. Falso. Apesar dos níveis de mRNA em camundongos aumentar logo no primeiro ciclo celular, a transição materno-zigótica não é mais rápida temporalmente do que nos outros organismos ilustrados pois o ciclo celular do camundongo é mais demorado.

21) Em um estudo experimental destinado a investigar interações complexas dentro de ecossistemas aquáticos, estudantes que estão se preparando para a fase da seletiva internacional da OBB mediram o impacto da exposição à luz *versus* escuridão em amostras contendo diferentes componentes bióticos e abióticos. Amostras com plantas aquáticas, peixes dourados, e controles apenas com água foram avaliadas sob condições de iluminação variadas. Os grupos ímpares foram expostos à luz (1, 3, 5), e os grupos pares foram mantidos no escuro (2, 4, 6). Os grupos 1 e 2 contêm plantas, os grupos 3 e 4 contêm peixes, e nos grupos 5 e 6 há apenas água. O principal indicador de alterações no ambiente foi a variação do pH. Resultados relevantes foram obtidos e sintetizados na tabela a seguir:

	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5	Grupo 6
Média pH	8.2	6.4	5.9	5.6	7.3	6.8
Erro padrão da média	0.3	0.3	0.2	0.3	0.5	0.4

Legenda: Tabela de dados com os resultados de um estudo experimental destinado a investigar interações complexas dentro de ecossistemas aquáticos. Fonte: Comissão Organizadora da XX OBB

Baseando-se nos resultados experimentais e na compreensão de processos ecológicos e bioquímicos, julgue as proposições a seguir como verdadeiras (V) ou falsas (F):

I. (V) Considerando o impacto da luz na atividade fotossintética, a elevação do pH em amostras expostas à luz, sugere uma diminuição da concentração de CO₂ devido ao consumo de CO₂ e produção de oxigênio e glicose pelas plantas.

II. (V) A presença de peixes resultou em uma diminuição mais acentuada do pH em comparação com os controles apenas com água, independentemente da exposição à luz, indicando que a respiração celular dos peixes tem um papel predominante na acidificação da água.

III. (F) O aumento do pH em amostras expostas à luz, sem a presença de organismos fotossintetizantes, pode ser atribuído à fotólise da água, um processo que não contribui significativamente para a variação do pH em ecossistemas aquáticos.

IV. (V) Diferenças no erro padrão da média entre os grupos de tratamento, refletem a influência da variabilidade biológica inerente e das condições experimentais na medição do pH, destacando a complexidade de replicar exatamente condições naturais em um ambiente controlado.

Gabarito Comentado:

III. Falso. A variação do pH da água no experimento está relacionada com as diferenças na concentração de CO₂

22) “A ecologia de paisagens, segundo Odum e Barret (2007), considera o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial, as interações temporais e espaciais e trocas por meio de paisagens heterogêneas, os processos bióticos e abióticos, além do manejo da heterogeneidade espacial para o benefício e a sobrevivência da sociedade. O mosaico da paisagem é composto por três elementos principais, são eles: matriz de paisagem, mancha de paisagem e corredor de paisagem. Sendo assim, compreender a ecologia de paisagens é peça chave no manejo dos ecossistemas”.

Fonte: Odum, E. P.; Barret, G. W. Fundamentos de Ecologia. 6º Ed. 2007.



Legenda: Corredor Ecológico Emas-Taquari, no Parque Nacional das Emas (Imagem: Divulgação / Oréades). **Fonte:** Portal de notícias Globo

Se houver um ou mais cursos d'água, com vegetação ripária (mata ciliar) nativa, que une fragmentos florestais, como ilustrado na imagem acima, para a ecologia de paisagem será considerado como:

- I. Corredor de perturbação.
- II. Corredor plantado.
- III. Corredor remanescente.
- IV. Corredor regenerado.
- V. Corredor de recurso.

Assinale a alternativa correta:

- a) I e IV estão corretas
- b) II e III estão corretas
- c) III e V estão corretas
- d) III e IV estão corretas
- e) IV e V estão corretas

Gabarito Comentado: Letra C.

Corredor de perturbação interrompe a paisagem natural, porém são importantes para espécies oportunistas adaptadas a perturbação natural. Por exemplo, os corredores de linhas de transmissão.

Corredor plantado é composto por faixas de vegetação plantadas por humanos.

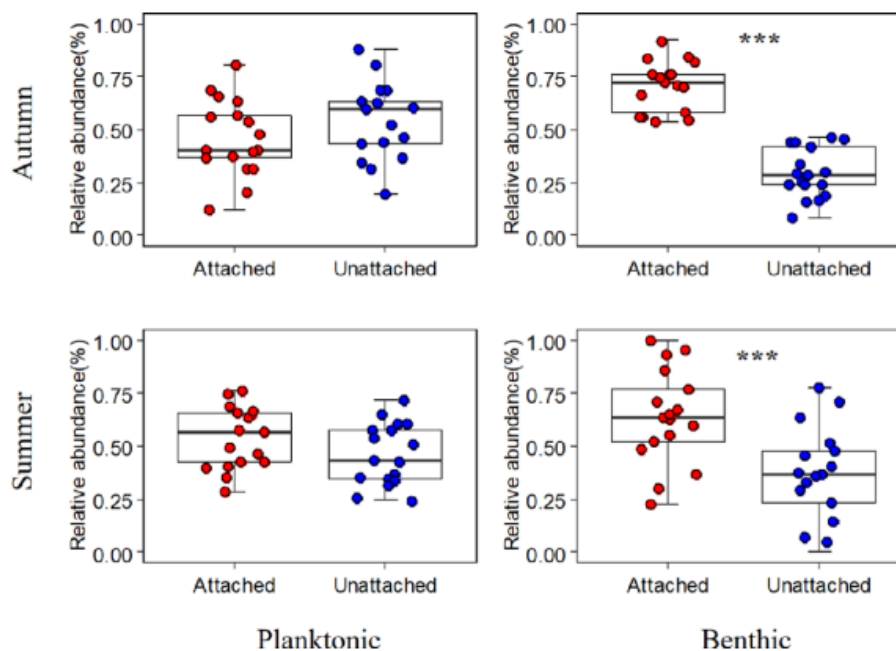
Corredor remanescente é formado por uma faixa de vegetação mantida após a remoção da maior parte da área da vegetação original, pode margear corpos hídricos, trilhos de estrada de ferro ou limites de propriedades.

Corredor regenerado resulta do restabelecimento de uma faixa de vegetação, principalmente por processos de sucessão secundária.

Corredores de recurso são faixas de vegetação natural que se estendem por longas distâncias na paisagem, geralmente associados a cursos de água.

23) Os gráficos abaixo exibem as faixas de valores de abundâncias relativas de diatomáceas fixadas e não fixadas observadas em comunidades planctônicas e bentônicas no outono e no verão em um rio na China.

*** Indica diferença significativa ($P < 0,001$) com teste U de Mann-Whitney.



Legenda: Gráficos ilustrando dados de abundâncias relativas de diatomáceas fixadas e não fixadas observadas em comunidades planctônicas e bentônicas no outono e no verão em um rio na China.

Fonte: Adaptado de: Hu, J.; et al. 2022

Considere para o gráfico, a seguinte tradução:

- *Summer*: Verão.
- *Autumn*: Outono.
- *Planktonic*: Planctônico.
- *Benthic*: Bentônico.
- *Relative Abundance*: Abundância relativa.
- *Attached*: Fixadas (com estruturas de adesão ao substrato)
- *Unattached*: Não fixadas (sem estruturas de adesão ao substrato)

Com base nos dados expostos nos gráficos e nos seus conhecimentos, analise as seguintes proposições abaixo.

- I. Houve diferença significativa nas abundâncias relativas das diatomáceas bentônicas fixadas e não fixadas nas duas estações estudadas.
- II. A sazonalidade influencia mais na abundância relativa da comunidade de diatomáceas do que o hábito planctônico ou bentônico.

- III. As diatomáceas planctônicas têm menores valores de abundância relativa no verão, isso pode ser explicado pela pouca resistência desses organismos às altas temperaturas.
- IV. As diatomáceas bentônicas que possuem estruturas de fixação apresentam maiores valores de abundância relativa em ambas as estações do ano, uma das possíveis explicações é maior resistência à corrente fornecida pela estrutura de adesão.

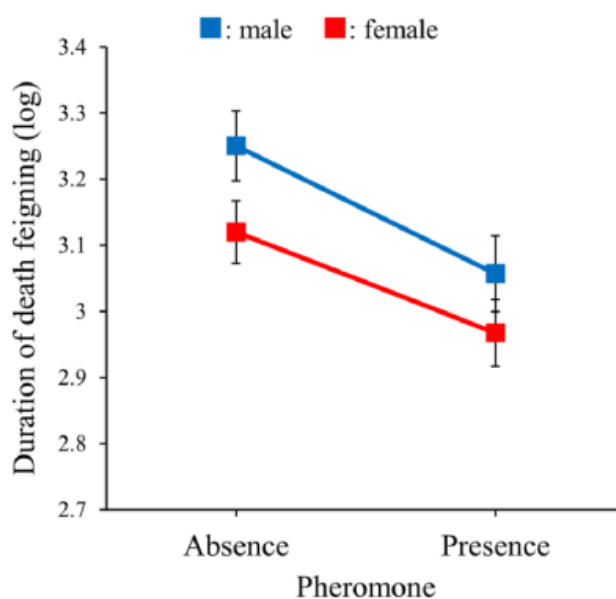
Assinale a alternativa correta:

- a) Apenas a I está correta.
- b) Apenas a III está correta.
- c) Apenas a IV está correta.
- d) I e II estão corretas.
- e) I e IV estão corretas.

Gabarito: Letra E

Comentário: As afirmativas II e III estão incorretas, a II porque não houve diferença significativa na abundância relativa da comunidade de diatomáceas com hábito planctônico e bentônico. A III está errada pois as diatomáceas planctônicas têm maiores valores de abundância relativa no verão.

24) A simulação de morte (tanatose ou letissimulação) é um comportamento animal no qual uma presa fica imóvel devido ao estímulo ou ameaça de um predador. No entanto, longos períodos de simulação de morte podem diminuir as oportunidades de alimentação e reprodução e, portanto, representam um custo de aptidão em comparação com ambientes sem predadores. Em uma pesquisa publicada por Ishikawa *et al.* (2024) o efeito de um feromônio de agregação (DMD) foi testado em machos e fêmeas do besouro *Tribolium castaneum*. A hipótese é que esse feromônio afete o comportamento de simulação de morte do besouro *T. castaneum*. Os resultados encontrados estão no gráfico a seguir:



Fonte: Ishikawa, M.; et al. 2024

Legenda: Duração do comportamento de simulação de morte em *T. castaneum* (Eixo y) na presença (*presence*) ou ausência (*absence*) de DMD, um feromônio de agregação para este besouro (Eixo x).

Os símbolos azuis e vermelhos mostram dados masculinos e femininos, respectivamente. Barras de erro mostram erro padrão. Resultados do GLMM para testar o efeito do feromônio de agregação: Tratamentos $p < 0,0001$; gênero $p = 0,1176$; tratamentos e gênero $p = 0,4236$. O estudo assumiu probabilidade de erro de 5%.

A partir dos resultados apresentados e seus conhecimentos, analise as proposições a seguir:

- I. A presença do feromônio (DMD) teve efeito na duração do comportamento de simulação de morte em *T. castaneum*.
- II. O gênero influenciou significativamente a duração do comportamento de simulação de morte de *T. castaneum*, machos apresentam uma duração maior do que as fêmeas.
- III. A duração prolongada do efeito de morte, percebida na ausência do feromônio, tem efeitos na alimentação e reprodução de *T. castaneum*.
- IV. As fêmeas de *T. castaneum* são mais influenciadas pelo efeito do feromônio (DMD) do que os machos.

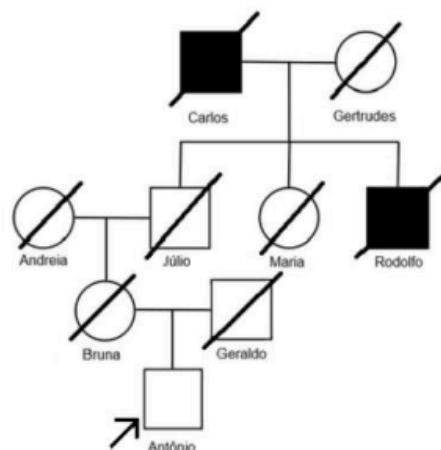
Assinale a alternativa correta:

- a) Apenas a I está correta.
- b) I e IV estão corretas.
- c) III e IV estão corretas.
- d) I e III estão corretas.
- e) Apenas a III está correta.

Gabarito Comentado: Letra D

A presença do feromônio teve influência significativa entre os tratamentos ($p < 0,0001$). O sexo não influenciou significativamente a duração de duração de morte ($p = 0,1176$).

25) O heredograma apresentado a seguir ilustra a linhagem de uma família hipotética com casos documentados de doença de Alzheimer, associados inteiramente a uma mutação rara no gene *PSENI*. Esta variante segue um modelo de herança autossômica dominante e apresenta uma penetrância de 20%. Para facilitar a análise, estão representados Antônio, o probando (indivíduo que passa por uma consulta genética), e seus familiares que já morreram.



Por princípios bioéticos, o caso descrito no heredograma é fictício.

Legenda: Heredograma fictício de uma família hipotética ilustrando a presença de uma mutação no gene *PSEN1*. **Fonte:** Comissão Organizadora da XX OBB.

Antônio gostaria de saber a sua chance de apresentar sintomas de Alzheimer precoce, como seu bisavô e seu tio-avô. Qual a probabilidade desse fato acontecer em decorrência apenas da mutação no gene *PSEN1* presente na família?

- a) $\frac{1}{8}$.
- b) $\frac{1}{40}$.
- c) $\frac{2}{125}$.
- d) $\frac{1}{200}$.
- e) $\frac{1}{250}$.

Gabarito: letra C

Comentário:

Como a variante é rara, considera-se que todos os que expressam o fenótipo são heterozigotos, e os de histórico familiar desconhecido são homozigotos selvagens.

A chance de Júlio receber a variante de Carlos é de $\frac{1}{2}$, e a chance de ter a variante e não expressar o fenótipo é de 80% ($\frac{4}{5}$), já que a penetrância é de 20% ($\frac{1}{5}$) e ele não apresentou sintomas. A chance de Bruna receber a variante de Júlio é de $\frac{1}{2}$, e a chance de ter a variante e não expressar o fenótipo é de $\frac{4}{5}$. A chance de Antônio ter recebido a variante é de $\frac{1}{2}$, e a chance de expressar o fenótipo é de $\frac{1}{5}$. Como tudo deve acontecer simultaneamente, multiplica-se todas as chances, como demonstrado abaixo.

$$\frac{1}{2} \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{2} \times \frac{4}{5} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{5} = \frac{2}{125}$$

26) No organismo modelo *Caenorhabditis elegans*, um nematoide frequentemente utilizado em estudos genéticos, a neurogênese, ou formação de neurônios, é um processo finamente regulado, que envolve múltiplas vias genéticas. Dois genes de interesse, gene A e gene B, demonstraram ter papéis significativos neste processo, conforme indicado pelos padrões observacionais abaixo. Entender a função destes genes ajuda a elucidar mecanismos fundamentais de desenvolvimento neuronal, com implicações que vão além deste organismo modelo.

Padrão	Gene A	Gene B	Observação
1	Inativo	Inativo	Nenhum neurônio se desenvolve.
2	Inativo	Ativo	Nenhum neurônio se desenvolve.
3	Ativo	Inativo	Número de neurônios desenvolve-se acima do normal.
4	Ativo	Ativo	Número normal de neurônios se desenvolve.

Fonte: Comissão Organizadora da XX OBB.

Com base nos padrões observados, qual das seguintes afirmações melhor descreve o papel dos genes A e B na neurogênese de *C. elegans*, considerando os conceitos de regulação genética e interação gênica?

- a) Gene A promove a neurogênese, enquanto o gene B atua na apoptose de precursores neuronais, regulando negativamente o processo para assegurar um desenvolvimento neuronal normal.
- b) Gene A é responsável pela apoptose de precursores neuronais, e o gene B promove a neurogênese, essencial para o desenvolvimento de um número normal de neurônios.
- c) A atividade do gene B é uma condição pré-requisito para a função do gene A na neurogênese, demonstrando uma relação de dependência direta.
- d) A inativação do gene B é necessária para que o gene A exerça sua função promotora na neurogênese, sugerindo um mecanismo de inibição por parte do gene B.
- e) Gene A e gene B funcionam independentemente um do outro, cada um promovendo a neurogênese sob diferentes condições ambientais.

Gabarito: letra A

Comentário: O gene A promove a neurogênese, visto que quando ele está ativo, observa-se a formação de neurônios. Já o gene B promove apoptose pois quando ele está ativo ele limita a quantidade de neurônios formados pela atividade do gene A.

27) Os indivíduos de uma determinada espécie de besouro terrestre são castanho-claros ou castanho-escuros. Os besouros castanho-claros são predominantes em habitats com solos arenosos de cor clara, enquanto os besouros castanho-escuros predominam em habitats com solos argilosos de cor escura. Em um experimento projetado para determinar as taxas de sobrevivência de besouros castanho-claros e besouros castanho-escuros em diferentes habitats, 500 besouros de cada cor foram liberados em cada um dos quatro habitats, descritos na tabela a seguir. Cada besouro foi marcado com uma pequena mancha de tinta vermelha na parte inferior do abdômen antes de ser solto. Uma semana após a soltura, todos os besouros marcados que puderam ser encontrados foram recapturados. Os resultados são apresentados na tabela a seguir, e supõe-se que as diferenças no número de besouros recapturados refletem diretamente as diferenças nas taxas de sobrevivência.

Tabela de Dados do Experimento:

Habitat	Besouros Castanho Claro - Liberados	Besouros Castanho Escuro - Liberados	Besouros Castanho Claro - Recapturados	Besouros Castanho Escuro - Recapturados
Solo arenoso, sem presença de aves	500	500	130	114
Solo arenoso, com presença de aves	500	500	123	22
Solo argiloso, sem presença de aves	500	500	65	74
Solo argiloso, com presença de aves	500	500	13	87

Fonte: Comissão Organizadora da XX OBB.

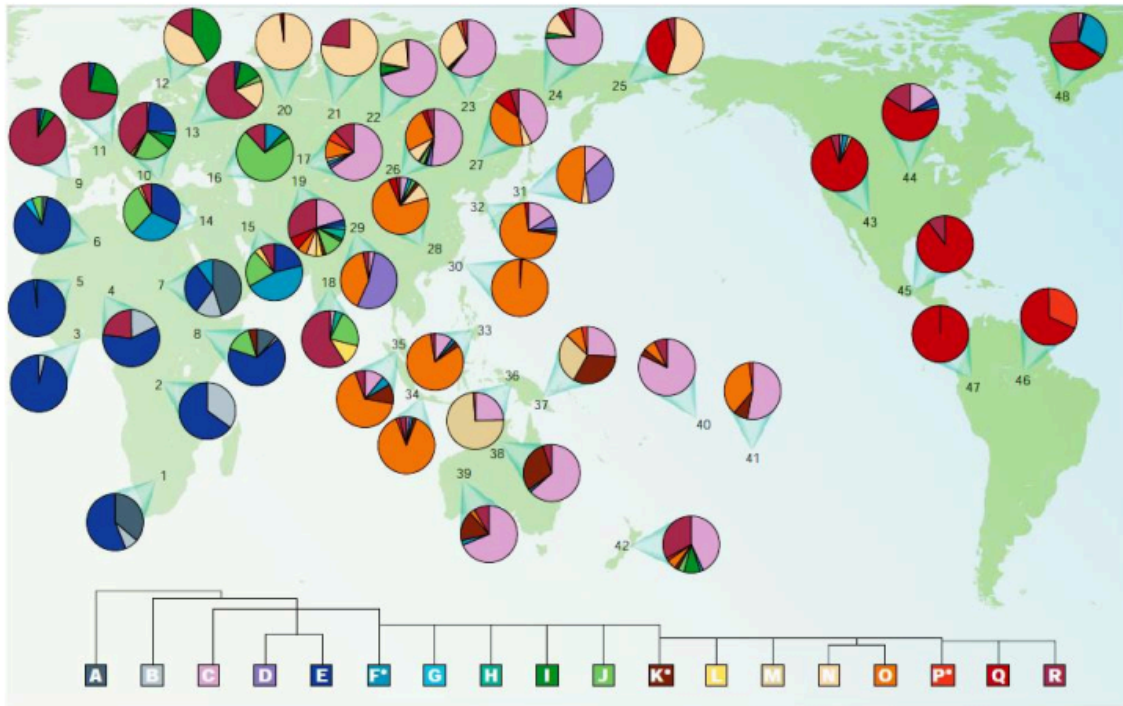
Considerando os dados apresentados e os conceitos de coloração para os mecanismos adaptativos de camuflagem, mimetismo e aposematismo, qual das seguintes afirmações pode ser inferida?

- a) Os besouros terrestres não emigram do habitat em que vivem, demonstrando uma forma de camuflagem eficaz, que reduz a predação independentemente da presença de predadores, embora essa afirmação não explique as variações nas taxas de sobrevivência observadas.
- b) Aves insetívoras preferem comer besouros castanho-claros em vez de besouros castanho-escuros, possivelmente devido a uma falha no mimetismo Batesiano dos besouros castanho-claros, que tentam imitar besouros aposemáticos menos palatáveis sem sucesso.
- c) Besouros terrestres têm taxas de sobrevivência mais altas em habitats com solo argiloso devido à sua coloração castanho-escuro, que serve como uma melhor camuflagem nesse ambiente, contradizendo a ideia de mimetismo Müllleriano entre as duas variações de cor.
- d) Aves insetívoras são predadoras desta espécie de besouro terrestre, e a camuflagem por meio da coloração dos besouros em habitats que correspondem à sua cor é um fator chave na sua sobrevivência. Isso sugere que a coloração é adaptativa e aumenta as chances de sobrevivência contra a predação.
- e) O sucesso reprodutivo dos besouros em habitats com solos arenosos é maior do que o dos besouros em habitats com solos argilosos. Isso implica que o aposematismo, ou coloração de advertência, dos besouros castanho-claros é mais efetivo em habitats arenosos, embora os dados não forneçam informações diretas sobre sucesso reprodutivo.

Gabarito Comentado:

Nos ambientes com aves, o número de besouros capturados foi menor, já que estes últimos foram predados pelas aves. No entanto, a redução do número de besouros foi menos intensa nos ambientes em que a coloração do besouro era parecida com a do solo, o que indica que a camuflagem reduziu a predação dos besouros pelas aves.

28) O cromossomo Y por conter poucos genes, uma longa sequência de DNA satélite em *tandem*, por não realizar recombinação e ser encontrado somente no sexo biológico masculino, é utilizado em análises moleculares para inferir importantes informações sobre os padrões evolutivos da espécie humana. Um dos resultados obtidos dessas análises é a formação de haplogrupos, grupos populacionais originados de um mesmo ancestral, revelando padrões biogeográficos de sua distribuição e evolução. Observe a seguir um mapa mostrando as frequências em cada região do globo de 18 haplogrupos e uma possível filogenia do cromossomo Y.



Legenda: Mapa mostrando as frequências em cada região do globo de 18 haplogrupos e uma possível filogenia do cromossomo Y. **Fonte:** Mark, J; Tyler-Smith, C. 2003.

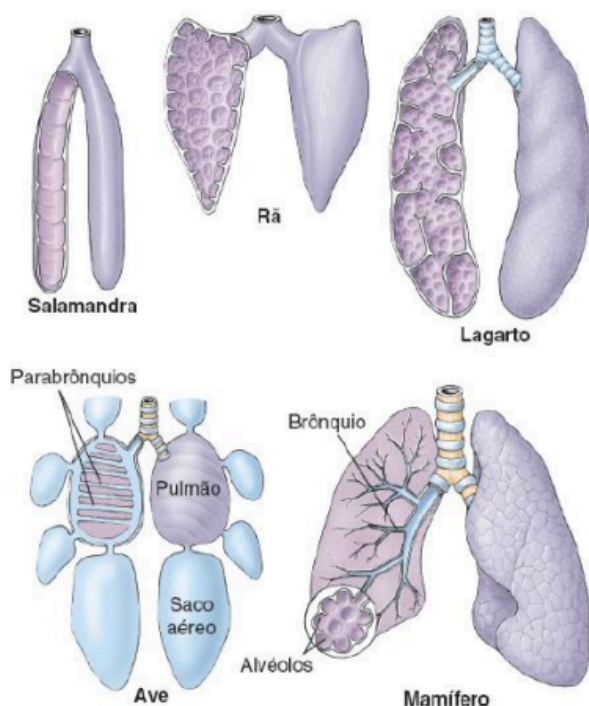
Com base nas informações dadas, pode-se afirmar corretamente que:

- mutações não são a única fonte de variabilidade no cromossomo Y.
- os inúmeros haplogrupos presentes na região do oriente próximo evidenciam a origem da espécie humana nessa região e sua diversificação a partir desta.
- os haplogrupos N e O formam um grupo irmão do haplogrupo P*.
- doenças genéticas derivadas de mutações, têm maior contribuição da gametogênese feminina do que da masculina.
- o haplogrupo A e sua frequência é uma forte evidência da origem africana da espécie humana e sua migração para o continente europeu e asiático.

Gabarito: Letra E

Comentário: O haplogrupo A, como mostrado na filogenia, é o de divergência mais antiga. Desse modo, sua maior frequência no continente africano indica que a origem da espécie humana foi na África.

29) As figuras abaixo mostram as variações nas estruturas internas dos pulmões entre os grupos dos vertebrados.



Legenda: Desenhos esquemáticos evidenciando as variações nas estruturas internas dos pulmões entre os grupos dos vertebrados. Fonte: Adaptado de Hickman, C. P.; *et al.* Princípios integrados de zoologia. 16^o. Ed. 2016.

Com base na análise da figura e seus conhecimentos sobre o sistema respiratório dos vertebrados, assinale a alternativa incorreta.

- Nas aves, a eficiência pulmonar é aumentada pela aquisição de um extenso sistema de sacos aéreos, aproximadamente 75% do ar inalado é desviado dos pulmões para os sacos aéreos.
- A maioria dos répteis, aves e mamíferos, ventila seus pulmões através de pressão negativa, na qual a expansão da cavidade torácica puxa o ar para dentro dos pulmões.
- Os anfíbios e peixes pulmonados empregam uma ação de pressão negativa para forçar o ar para dentro de seus pulmões.
- As rãs têm a capacidade de ventilar ritmicamente apenas a cavidade bucal, uma superfície respiratória bem vascularizada que complementa a respiração cutânea e pulmonar.

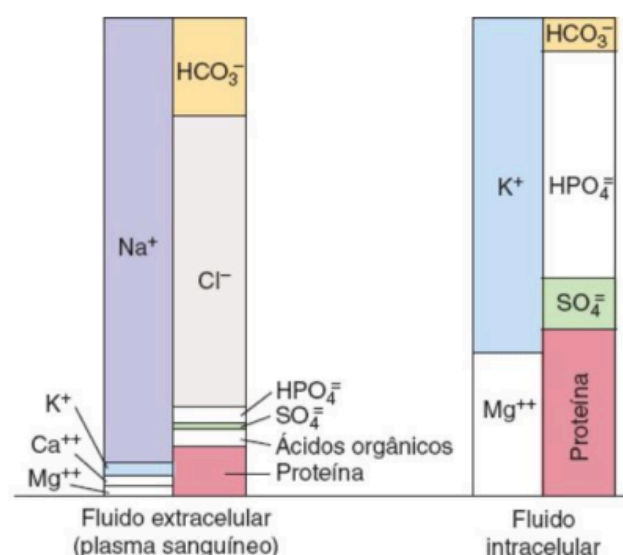
e) Nos pulmões dos mamíferos, cada brônquio divide-se e subdivide-se em tubos menores (bronquíolos) que levam aos sacos aéreos (alvéolos) através dos ductos alveolares. As paredes endoteliais uniestratificadas dos alvéolos e ductos alveolares são finas e úmidas a fim de facilitar as trocas gasosas entre o ar e os capilares sanguíneos adjacentes.

Gabarito: letra C

Comentário:

Os anfíbios e peixes pulmonados empregam uma ação de pressão positiva para forçar o ar para dentro de seus pulmões. As rãs ventilam os pulmões aspirando o ar primeiramente para dentro da boca, através das narinas (aberturas nasais externas). Depois, fechando as narinas e elevando o assoalho da boca, ou cavidade bucal, elas conduzem o ar para os pulmões.

30) O gráfico a seguir indica a composição típica de eletrólitos nos meios intra e extracelular.



Legenda: Gráfico ilustrando a composição típica de eletrólitos nos meios intra e extracelular. **Fonte:** Adaptado de Hickman, C. P.; et al. Princípios integrados de zoologia. 16°. Ed. 2016

Ao analisar o gráfico é possível afirmar que:

a) Quantidades iguais de ânions (íons negativamente carregados) e cátions (íons positivamente carregados) são mantidas em cada compartimento fluido.

b) O sódio e o cloro, estão presentes em concentrações semelhantes nos fluidos intra e extracelulares.

c) As diferenças nas concentrações de eletrólitos nos meios intra e extracelular é mantida através do transporte passivo de substâncias.

d) Os principais eletrólitos intracelulares são o sódio, o cloro e os íons bicarbonato, enquanto o potássio, o magnésio, e os íons fosfato e as proteínas são os principais eletrólitos extracelulares.

e) Nos animais com sistema circulatório fechado (vertebrados, anelídeos e alguns poucos grupos de invertebrados, como os insetos) o fluido extracelular é ainda subdividido em plasma sanguíneo e fluido intersticial (intercelular).

Gabarito: Letra A

Comentário:

a) Quantidades iguais de ânions (íons negativamente carregados) e cátions (íons positivamente carregados) existem em cada compartimento fluido. b) O sódio e o cloro, estão presentes em concentrações diferentes nos fluidos intra e extracelulares. Maiores concentrações desses íons são encontradas no meio extracelular. c) As diferenças nas concentrações de eletrólitos nos meios intra e extracelular é mantida através do transporte Ativo de substâncias, principalmente pelas bombas