

DOI: 10.46943/XI.CONEDU.2025.GT16.045

ANÁLISE DOS CONTEÚDOS DE CITOLOGIA NAS PROVAS DA OLIMPÍADA BRASILEIRA DE BIOLOGIA (2018–2025): IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO MÉDIO

Lidiane L. Barbosa Amorim¹

Renata C. Rodrigues Silva²

Antônio L. De Sousa Barros³

Liliane Barbosa Amorim⁴

RESUMO

O ensino da Citologia está voltado para a compreensão das células, sua estrutura, organelas e suas funcionalidades. Estudos indicam que há uma percepção reduzida da importância da Citologia entre os estudantes, o que reflete na forma de ensino nas escolas. Este estudo teve como objetivo analisar os conteúdos de Citologia presentes nas provas da primeira fase da Olimpíada Brasileira de Biologia (OBB), aplicadas entre os anos de 2018 e 2025. A pesquisa teve duas etapas: (1) coleta e análise de provas da OBB; e (2) análise quantitativa e qualitativa das questões relacionadas à Citologia, considerando o conteúdo programático oficial da OBB. Foram analisadas 235 questões, das quais 60 abordaram conteúdos de Citologia. O maior número de questões de Citologia foi registrado entre 2018 e 2020, com 11

1 Doutora em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Pernambuco, lidianeamorim@seduc.pi.gov.br;

2 Graduada pelo Curso de Direito da Faculdade Estácio de Sá, renatasilva02@seduc.pi.gv.br;

3 Bacharel em Farmácia pela Universidade Federal do Piauí antoniobarrosp2@hotmail.com;

4 Doutora em Biologia Animal pela Universidade Federal de Pernambuco, liliane.amorim@ifma.edu.br

questões cada, seguidos de 2021, com 10 questões. Esse número coincide com o contexto da pandemia do coronavírus, o que explica o destaque do conteúdo de Imunologia e Vírus, que somaram 19 questões (31,7%). Temas como resposta imune contra infecções virais, ação de anticorpos, vacinação e epidemia foram frequentes, geralmente de forma que exigiam interpretação conceitual e raciocínio contextualizado. Outras subáreas como Organelas Citoplasmáticas (21,6%), Biologia Molecular e Núcleo (16,7%), Composição química (16,7%) e Metabolismo energético (10%), também se destacaram, apontando a integração entre Citologia, Bioquímica e Fisiologia. No entanto, temas clássicos, como especializações da membrana plasmática e sais minerais, permanecem pouco explorados. Conclui-se que, embora a Citologia esteja presente de forma constante na OBB, sua abordagem é desigual entre as subáreas, indicando a necessidade de diversificar essa representação. Além disso, o estímulo à participação dos estudantes na OBB configura-se como estratégia pedagógica eficaz, pois, diante da natureza contextualizada e interdisciplinar das provas analisadas, exige do professor o uso de recursos didáticos atualizados, favorecendo aprendizagens alinhadas à Base Nacional Comum Curricular.

Palavras-chave: Ensino de Biologia; Biologia Celular; Olimpíada Brasileira de Biologia.

INTRODUÇÃO

As olimpíadas científicas, impulsionadas por políticas públicas educacionais, têm se consolidado como estratégias de incentivo à aprendizagem e à valorização da ciência, ao promoverem maior compreensão dos conteúdos e estimularem o raciocínio lógico, o pensamento crítico e a criatividade dos estudantes. Além de favorecerem a inclusão de alunos com diferentes níveis de desempenho, essas iniciativas articulam conhecimento científico, tecnologia e desenvolvimento social, contribuindo para a formação de vocações técnico-científicas e para o fortalecimento do capital intelectual indispensável ao progresso econômico e educacional dos países (Almeida et al., 2022).

Segundo Meneguello (2011), as olimpíadas científicas surgiram na Europa no final do século XIX, impulsionadas por políticas de expansão do ensino voltadas à erradicação do analfabetismo e à qualificação profissional. A primeira competição científica registrada ocorreu em 1894, na Hungria, na área de Matemática, originando posteriormente a Olimpíada Internacional de Matemática, realizada na Romênia em 1959. Desde então, essas iniciativas se disseminaram em diversos países, abrangendo múltiplas áreas do conhecimento. No Brasil, tais competições consolidaram-se especialmente nas ciências da natureza, exatas e tecnológicas, com destaque para as Olimpíadas Brasileiras de Matemática, Química e Física.

A Olimpíada Brasileira de Biologia (OBB) surgiu em 2005, inspirada na experiência internacional da 1ª Olimpíada Internacional de Biologia, realizada na República Tcheca em 1990, e nas discussões de educadores e cientistas brasileiros que buscavam ampliar o alcance da educação científica no país. Idealizada inicialmente pela Associação Nacional de Biossegurança (ANBio), a OBB foi criada com o propósito de estimular o interesse dos estudantes pela Biologia, fortalecer a integração entre o ensino médio e a universidade e promover a divulgação científica.

Em sua primeira edição, as provas abrangeram 16 estados brasileiros e seguiram padrões internacionais de qualidade, consolidando-se como

um indicador do ensino biológico nacional. Desde 2017, a coordenação passou ao Instituto Butantan (IBu), ampliando o número de participantes e consolidando o reconhecimento da competição no cenário nacional e internacional (Lourenço, 2024).

A trajetória da OBB reflete o crescente envolvimento do Brasil nas olimpíadas científicas e seu papel relevante na formação de vocações científicas, na popularização da ciência e no fortalecimento das políticas de educação científica no país. Seu propósito central é proporcionar aos estudantes da educação básica uma imersão em práticas investigativas e no pensamento científico, ampliando sua compreensão sobre os processos da ciência e suas aplicações sociais. Mesmo para aqueles que não prosseguem em carreiras científicas, a participação na OBB contribui significativamente para o fortalecimento da alfabetização científica, entendida como a capacidade de interpretar, argumentar e tomar decisões fundamentadas em evidências (Sassero; Carvalho, 2011).

Ao aproximar os conteúdos da Biologia do contexto de pesquisa e inovação, a OBB estabelece uma ponte entre o ensino médio e o ensino superior, reduzindo a defasagem entre as descobertas científico-tecnológicas e sua difusão no ambiente escolar, em consonância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e com os princípios da educação científica contemporânea.

O estudo da Citologia ocupa posição central na Biologia, por ser a base para a compreensão dos processos vitais e das interações moleculares que sustentam a vida. Diante disso, torna-se imprescindível que o ensino desse conteúdo seja conduzido por metodologias diversificadas e investigativas, capazes de promover a compreensão conceitual e o engajamento dos estudantes. Nesse contexto, a OBB representa uma estratégia educativa significativa, pois estimula a aprendizagem ativa, o raciocínio analítico e a contextualização dos fenômenos celulares com a realidade cotidiana, ampliando o alcance do conhecimento científico entre os jovens (Nascimento, 2016).

Questões que envolvem mecanismos celulares relacionados à imunidade, síntese de proteínas, metabolismo energético e ação hormonal, estão frequentemente presentes nas provas da OBB, levando o aluno a aplicar conhecimentos de Citologia para interpretar fenômenos biomédicos e ambientais, como no enfrentamento de arboviroses, no estudo de terapias moleculares e na compreensão de respostas fisiológicas a condições extremas.

Esse mesmo movimento pode ser observado em outras olimpíadas científicas nacionais, como a Olimpíada Brasileira de Saúde e Meio Ambiente e a Olimpíada Brasileira de Biotecnologia, que abordam células-alvo de patógenos, estrutura de membranas e funcionamento celular em contextos de saúde pública, saneamento, alimentação e poluição ambiental.

Além disso, a abordagem celular já é amplamente mobilizada em avaliações de larga escala, como o ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), em que competências exigem que o estudante relacione processos celulares aos sistemas do corpo humano, às doenças infecciosas, às biotecnologias e à sustentabilidade. Nessa perspectiva, a BNCC também orienta que os estudantes desenvolvam uma visão integrada da Citologia com temas de genética, ecologia, biotecnologia e saúde, destacando o papel das células na manutenção da vida e nas respostas adaptativas aos desafios ambientais.

Assim, a presença desse conteúdo em Olimpíadas fortalece o alinhamento entre currículo, avaliação e práticas científicas autênticas, contribuindo para formar estudantes mais críticos e capazes de compreender como os fenômenos celulares sustentam questões concretas da sociedade contemporânea.

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo analisar a abordagem dos conteúdos de Citologia nas provas da primeira fase da OBB no período de 2018 a 2025, identificando sua distribuição temática, os níveis de contextualização e as relações interdisciplinares estabelecidas com outras áreas da Biologia e do conhecimento.

Busca-se, ainda, verificar o alinhamento desses conteúdos às competências previstas na BNCC e às habilidades cobradas pelo ENEM, de modo a compreender em que medida a OBB contribui para o fortalecimento da aprendizagem científica, para o desenvolvimento do pensamento crítico e para a consolidação de práticas avaliativas mais coerentes com os desafios atuais da educação em Ciências no Brasil.

METODOLOGIA

Este estudo caracterizou-se como uma pesquisa documental, descritiva e de abordagem quanti-qualitativa, fundamentada na análise das provas da primeira fase da OBB, no recorte temporal de 2018 a 2025. Foram consultados exclusivamente itens oficiais disponibilizados pela organização da OBB, considerando apenas as questões objetivas que compõem esta etapa da competição.

Inicialmente, foi realizada a identificação das questões relacionadas à área de Citologia, conforme a categorização adotada pelo programa oficial da OBB, que inclui os seguintes conteúdos como subáreas analíticas: características das células procarióticas e eucarióticas; composição química celular (água, sais minerais, carboidratos, proteínas, lipídeos, ácidos nucleicos e vitaminas); membrana plasmática (estrutura, função, transportes e especializações); citosol e organelas citoplasmáticas; enzimas; metabolismo energético (respiração aeróbica e fermentação); biologia molecular (propriedades do DNA, tipos de RNA, código genético e síntese proteica); vírus; núcleo, cromossomos e divisões celulares (mitose e meiose); gametogênese; e imunologia (vacinas e soros).

Após a triagem das questões, procedeu-se à classificação temática em tabelas, relacionando item e subárea correspondente, permitindo a quantificação da distribuição dos conteúdos ao longo dos anos. Em seguida, foi realizada a análise qualitativa dos enunciados por meio de três eixos avaliativos:

- i. tipo de contextualização empregada (situações reais, divulgações científicas, questões sociocientíficas, materiais midiáticos, gráficos e tabelas);
- ii. interdisciplinaridade com outras áreas da Biologia ou do conhecimento;
- iii. atendimento a competências da BNCC e habilidades mobilizadas pelo ENEM, especialmente no que se refere à interpretação de dados, argumentação científica e resolução de problemas.

Os resultados foram organizados para permitir comparações entre anos e identificar tendências nas escolhas curriculares da OBB, bem como possíveis lacunas na cobertura temática do conteúdo de Citologia.

Por fim, procedeu-se à discussão interpretativa à luz da literatura especializada em ensino de Biologia, aproximando os achados dos debates contemporâneos sobre alfabetização científica, avaliação educacional e competências da educação básica no Brasil.

RESULTADOS

Foram analisadas 235 questões, das quais 60 abordaram conteúdos de Citologia. Ao considerar o conjunto das 235 questões analisadas entre 2018 e 2025, foram identificadas 60 questões relacionadas à Citologia, correspondendo a 25,5% do total (Tabela 1). A distribuição anual evidencia oscilações significativas na representatividade desse eixo temático, variando entre 10% e 36,7% da prova (Tabela 1).

O maior percentual foi observado em 2020, com 11 questões (36,7%), refletindo o contexto da pandemia e o destaque dado a temas como viroses, imunização e biologia molecular. Em seguida aparecem 2018 (36,7%) e 2021 (33,3%), que também mantiveram forte vínculo com questões de saúde pública. Já o menor percentual ocorreu em 2022, com apenas 3 questões (10%), indicando clara redução da ênfase em conteúdos celulares naquele ano, em favor de Ecologia e Zoologia (Tabela 1).

Tabela 1. Quantitativo de questões e características temáticas de Citologia nas provas da Olimpíada Brasileira de Biologia (2018–2025).

Ano	Nº de Questões de Citologia	% do Total da Prova	Principais Temas Abordados	Características e Contextualização
2018	11	36,7%	Organelas celulares, citoesqueleto, vírus, imunologia, composição química e metabolismo energético	Forte contextualização histórica (gripe de 1918); interdisciplinaridade com saúde pública, história e tecnologia; foco em estrutura e função celular.
2019	6	20%	Organelas, imunologia, biologia molecular (RNAi), divisão celular e câncer	Ênfase em vacinas, quimioterapia e biotecnologia; abordagem aplicada à saúde e combate à desinformação científica.
2020	11	36,7%	Vírus, biologia molecular, imunologia, metabolismo energético e regulação gênica	Contextualização na pandemia de COVID-19; articulação entre ciência e saúde pública;
2021	10	33%	Vírus, imunização, síntese proteica, regulação gênica, biologia molecular	interdisciplinaridade entre biotecnologia, fisiologia e imunologia; enfoque na aplicação social da ciência.
2022	3	10%	Mitose, imunologia, glicocálix e reconhecimento celular	Redução temática; integração entre biologia celular e biotecnologia;
2023	6	20%	Composição química, organelas, fermentação, síntese proteica e mutações gênicas	Diversificação dos temas; contextualização com saúde, nutrição e cultura popular (fungos e série “The Last of Us”); interdisciplinaridade com genética e fisiologia.
2024	7	23%	Imunologia, vitaminas, respiração aeróbica, transporte de membrana, organelas	Ênfase em vacinas e biotecnologia; integração entre metabolismo, saúde e práticas cotidianas; valorização da contextualização cultural e científica.
2025	6	24%	Biologia molecular, mitocôndrias, metabolismo telomerase	Foco em biomedicina, envelhecimento celular e ética científica; inclusão de temas socioambientais

Fonte: Elaboração própria (2025).

Com base na análise das provas da OBB de 2018, foi identificado um total de 11 questões relacionadas à Citologia, o que corresponde a aproximadamente 36,7% dos 30 itens da avaliação. A distribuição interna desses conteúdos revela uma predominância de questões voltadas às organelas celulares e ao citoesqueleto (27,3%), evidenciando o foco na estrutura e funcionamento celular como eixo conceitual central. Temas ligados a vírus e imunologia, ambos com 18,2% das questões cada, refletem uma abordagem contextualizada vinculada à saúde pública e prevenção de doenças, alinhada à relevância social dessas temáticas.

A composição química da célula também manteve espaço equivalente, reforçando a relação entre estrutura molecular e processos vitais. Por outro lado, conteúdos como metabolismo energético e biologia molecular apareceram de forma menos frequente (9,1% cada), mas ainda assim contemplando aspectos essenciais das transformações energéticas e do controle da hereditariedade e síntese proteica. Esses resultados sugerem que, em 2018, a prova buscou integrar conhecimentos fundamentais da Citologia com situações reais, coerente com diretrizes contemporâneas de ensino que priorizam a contextualização, a compreensão sistêmica e o desenvolvimento de habilidades científicas.

Quanto ao tipo de contextualização, a prova de 2018 utilizou trecho de filme, narrativa cultural e notícia de jornal, por exemplo sobre a gripe de 1918, o que favorece a articulação entre o conhecimento celular e fenômenos históricos de saúde pública. Isso configura uma prática de avaliação que transcende a mera memorização e convida o aluno a interpretar, por exemplo, o papel de vírus e de sequenciamento genético no controle de pandemias, ou a associação entre organelas e processos metabólicos. A literatura sobre elaboração de provas em ciências sugere que esse tipo de contextualização promove maior engajamento e mobiliza níveis cognitivos mais elevados, pois requer análise, interpretação e aplicação (Maceno; Silva, 2022).

Em termos de interdisciplinaridade, as questões de Citologia da OBB 2018 integraram Biologia com história (pandemia de 1918), tecnolo-

gias de sequenciamento genético e saúde pública, demonstrando que a compreensão celular não se limita ao microscópio ou à sala de aula, mas articula-se com problemas sociais, tecnológicos e sanitários. Essa dimensão está em consonância com as competências da BNCC para Ciências da Natureza, que destacam a necessidade de mobilizar saberes em contextos reais para a resolução de problemas e a tomada de decisões informadas.

Embora a Citologia esteja presente de forma consistente na prova, percebe-se que o número de questões centradas diretamente nos processos celulares ainda é menor do que aquelas que abordam funções do corpo como um todo. Isso sugere que a prova tende a valorizar mais a aplicação dos conteúdos celulares em contextos fisiológicos e de saúde do que o estudo detalhado das estruturas e mecanismos celulares isoladamente. Isso reforça a importância de que, na prática docente, os conteúdos de Citologia sejam trabalhados de maneira equilibrada: contextualizados em situações reais, mas também com atenção à compreensão das estruturas e processos celulares em sua totalidade, como mitose, meiose, gametogênese e organização celular, conteúdos previstos no programa da OBB.

Conforme Silva e Venturi (2022), a qualidade das avaliações em Ciências depende não apenas da clareza e pertinência dos enunciados, mas também de uma distribuição de conteúdos que reflita de forma fiel os objetivos de aprendizagem estabelecidos no currículo. Em síntese, a análise das questões de Citologia na OBB 2018 revela uma prova bem alinhada às finalidades de uma olimpíada de ciências: contextualizado, interdisciplinar, desafiador e mobilizador de conhecimentos celulares e moleculares.

Para fortalecer ainda mais a relevância pedagógica desses conteúdos, recomenda-se que os professores articulem as metodologias ativas com situações que permitam aos estudantes explorar e conectar os conteúdos de Citologia com tecnologia, saúde e ecologia, favorecendo seu protagonismo e a construção de significado.

Na edição de 2019 da OBB, foram identificadas 6 questões relacionadas à Citologia dentro do total de 30 questões, representando 20%

da prova. Os conteúdos contemplaram majoritariamente organização e funcionamento celular, com forte presença do estudo das organelas citoplasmáticas, principalmente mitocôndrias e retículo endoplasmático liso, associadas respectivamente à produção de ATP e aos processos de desintoxicação celular. A Imunologia manteve-se como eixo de destaque, com abordagem aplicada ao desenvolvimento de vacinas, reforçando o diálogo entre biologia celular, saúde pública e problemáticas contemporâneas. A biologia molecular também esteve presente por meio do mecanismo de RNA de interferência, conectando conceitos de regulação gênica ao controle de pragas e aplicações biotecnológicas. Por fim, a divisão celular foi explorada sob a ótica da ação de quimioterápicos, evidenciando relações entre disfunções mitóticas e terapias antitumorais.

Assim como observado em 2018, a contextualização com temas de relevância social como vacinas, câncer e biotecnologia, foi um componente marcante, o que favorece competências de interpretação e argumentação científica previstas na BNCC e promove a aproximação do estudante com desafios reais do campo da saúde e da ciência no Brasil.

Questões envolvendo anticorpos, resposta imunológica e componentes de vacinas, por exemplo, mobilizaram conhecimentos de imunologia vinculados às campanhas nacionais de vacinação, tema amplamente discutido na mídia devido ao retorno de doenças como sarampo e poliomielite no país. Esse movimento de aproximação da ciência escolar com situações vivenciadas pela população favorece o desenvolvimento da alfabetização científica, especialmente no combate à desinformação sobre saúde (Oliveira; Sousa, 2025).

Na prova de 2020 da OBB, foram identificadas 11 questões relacionadas à Citologia dentro das 30 questões totais, correspondendo 36,7% da avaliação, um aumento significativo em relação aos anos anteriores. A distribuição dos conteúdos mostrou forte prevalência do tema vírus e relações vírus-hospedeiro, alinhada ao contexto global da pandemia de COVID-19, o que reforça a integração entre ciência, comunicação pública

em saúde e alfabetização científica aspecto também observado em outros trabalhos durante o período (Cunha; Silva, 2024).

A prova também abordou medidas profiláticas e a ação das vacinas, reforçando o papel do conhecimento citológico na prevenção de doenças, especialmente em um momento de emergência sanitária mundial. Já na sequência, ao tratar de adaptações celulares à hipóxia, descoberta premiada com o Nobel de 2019, a prova exigiu compreensão da regulação da expressão gênica em resposta ao ambiente, destacando mecanismos como splicing alternativo e atividade de organelas com papel antioxidante, como os peroxissomos. Esses itens promoveram a articulação entre estrutura celular, dinâmica do metabolismo energético e fisiologia sistêmica, estimulando a compreensão integrada dos processos moleculares que afetam a saúde humana.

Outro ponto marcante na prova de 2020 foi o estímulo ao raciocínio sobre aspectos estruturais e funcionais dos ácidos nucleicos, com questões que exigiam a leitura da composição química do RNA viral e o papel de fosfatos em sua estrutura, além da identificação de organelas celulares que possuem material genético próprio.

Trata-se de uma abordagem coerente com os avanços da biologia molecular e com as discussões que ganharam relevância pública durante a pandemia, como a necessidade do sequenciamento viral para vigilância epidemiológica. Em paralelo, a prova inseriu o papel da medicina preventiva por meio de vacinas e o conceito de imunização ativa, revelando ao estudante que a Citologia não se restringe ao ambiente da célula, mas subsidia políticas de saúde pública fundamentais para o controle de epidemias.

Em 2021, foram identificadas 10 questões de Citologia, representando aproximadamente 33% da prova. A prova da OBB de 2021 manteve o forte recorte temático da pandemia de COVID-19, refletindo questões sociais, científicas e biomédicas que dominaram o cenário educacional global. O exame apresentou questões relacionadas à imunização, mecanismos de multiplicação viral e produção de proteínas celulares. Essa

escolha reforçou a necessidade de os estudantes compreenderem processos moleculares e celulares essenciais para interpretar criticamente problemas de saúde pública. Questões envolvendo vacinas, antígenos e anticorpos, por exemplo, exigiram a identificação dos princípios imunológicos básicos que sustentam a imunização ativa, bem como a capacidade de inferir correlações epidemiológicas a partir de gráficos de incidência de doenças.

A prova abordou igualmente aspectos de controle da expressão gênica, com referência ao gene ACE2 responsável pela regulação da pressão arterial dentro do Sistema Renina-Angiotensina. Isso exigiu dos estudantes uma compreensão mais sofisticada da regulação da síntese proteica e dos mecanismos celulares subjacentes, como a atuação de fatores de transcrição e do splicing alternativo. A produção de proteínas de membrana, como a ACE2, direcionou o raciocínio para a atuação do retículo endoplasmático granular, mostrando que a citologia não se resume à memorização de organelas, mas envolve aplicação funcional dos conhecimentos.

Além disso, itens sobre sequenciamento do RNA viral e surgimento de variantes reforçaram conceitos como mutação, variabilidade genética e os componentes moleculares do RNA, evidenciando o papel da Biologia molecular na vigilância epidemiológica. Em síntese, o exame de 2021 reforçou o papel da ciência como instrumento social, destacando o protagonismo da pesquisa nacional, instituindo vínculos entre estrutura celular, biotecnologia e políticas de saúde. Ao fazer isso, a OBB contribuiu para que estudantes reconheçam o valor da investigação científica e seu potencial de transformar realidades, especialmente em contextos de crise sanitária.

Na prova de 2022, a Citologia apresentou uma participação bastante reduzida em relação aos anos anteriores, com apenas 3 questões, o que representa 10% do total de 30 itens. As questões contemplaram temas importantes, porém restritos: imunologia vinculada à vacinação contra dengue, reconhecimento celular mediado por glicocálix e mitose associada ao câncer.

Essa distribuição limitada contrasta com o forte predomínio de conteúdos de Ecologia, Zoologia e Genética, que juntos ocuparam mais de dois terços da prova. Esse redirecionamento temático sinaliza uma oscilação relevante na constância com que os conteúdos citológicos são avaliados na OBB, sugerindo que, em 2022, a prova priorizou fenômenos biológicos em níveis mais integrados do organismo e das populações, em detrimento dos processos celulares.

Ainda assim, os conteúdos abordados alinham a Citologia a questões de grande impacto social, como controle de arboviroses, câncer e mecanismos de defesa imunológica, mantendo a pertinência curricular defendida pela BNCC ao relacionar processos celulares às tecnologias em saúde e aos desafios sanitários atuais. As questões iniciais exigiram do estudante o entendimento dos mecanismos celulares envolvidos na imunização ativa artificial, com foco em vacinas de vírus atenuados, como no caso da vacina tetravalente contra a dengue, destacando processos de memória imunológica, produção de anticorpos e interação antígeno-linfócito, reforçando competências previstas na BNCC relacionadas à promoção da saúde pública e prevenção de doenças.

Além disso, a prova avançou para conteúdos de Biologia Celular aplicada à biotecnologia e transplantes, ao abordar o caso de xenoinxerto envolvendo coração de porco geneticamente modificado. Esse item direcionou o candidato a reconhecer o papel do glicocálix como estrutura de reconhecimento celular e de resposta imune, ilustrando como a Citologia se integra à biomedicina moderna e às estratégias contra a rejeição imunológica. Esse tema promove uma articulação entre conceitos como antígenos de membrana, regulação gênica e engenharia molecular, fortalecendo o entendimento da célula como unidade funcional e adaptável, aspecto defendido por autores como Alberts *et al.* (2017).

Além de integrar conteúdos de citologia e genética médica nas provas da OBB, como no exemplo do retinoblastoma em 2022, a literatura também evidencia a importância de estratégias pedagógicas capazes de tornar esse conhecimento acessível aos estudantes do Ensino Médio.

Uma revisão recente sobre o ensino de Biologia Molecular destaca que esses temas, embora essenciais para compreender processos biológicos e tecnologias contemporâneas relacionadas ao câncer e terapias gênicas, ainda representam desafios didáticos devido à sua abstração e ao distanciamento do cotidiano dos alunos (Lopes *et al.*, 2023).

Nessa perspectiva, práticas inovadoras que favorecem a visualização de estruturas moleculares, a contextualização social da ciência e a aprendizagem ativa mostram-se fundamentais para consolidar conhecimentos sobre regulação do ciclo celular e mutações associadas ao desenvolvimento tumoral. Assim, ao abordar mecanismos como a ação de genes supressores tumorais, o ensino contribui não apenas para o aprendizado conceitual, mas também para o letramento científico dos estudantes em temas de grande relevância biomédica .

Em 2023, a Citologia manteve baixa participação na prova, totalizando 6 questões, o equivalente a 20% do exame, com abordagem distribuída entre diferentes dimensões do conteúdo celular. Houve equilíbrio entre tópicos estruturais e funcionais: duas questões trataram de composição química da célula, com foco em carboidratos e sua relação com a oferta energética; duas questões envolveram organelas citoplasmáticas e citoesqueleto, discutindo funções celulares e controle do ciclo celular; uma abordou metabolismo energético, especificamente fermentação; e outra tratou de biologia molecular, destacando a síntese proteica via RNAm. Essa diversidade temática demonstra que a OBB avançou em direção a uma Citologia mais ampliada, articulando bioquímica, estrutura celular, expressão gênica e fisiologia molecular.

A prova de 2023 ampliou o enfoque da Citologia para aplicações biomédicas avançadas, destacando como o conhecimento celular sustenta tecnologias emergentes na saúde. A questão sobre terapia celular CAR-T evidenciou a importância da síntese de proteínas de membrana no retículo endoplasmático granular e da modificação genômica dirigida para controle de neoplasias, associando a Biologia Molecular ao desenvolvimento de imunoterapias personalizadas no Brasil. Em outra dimensão,

questões envolvendo fungos (parede celular e fermentação) reforçaram o metabolismo como eixo estruturante da compreensão dos seres acelulares e eucarióticos unicelulares, aproximando o conteúdo ao interesse midiático despertado pela série *“The Last of Us”*, que popularizou discussões sobre parasitismo e mecanismos de invasão do hospedeiro.

Neste ano, também foi discutido o papel dos carboidratos (digestão do amido e conversão metabólica em lipídios), conectando a Citologia à educação nutricional e à realidade dos estudantes, o que demonstra consonância com a BNCC no desenvolvimento do letramento científico aplicado ao cotidiano. Por fim, a questão sobre a acondroplasia exigiu do candidato reconhecer a relação entre mutação gênica, RNAm e síntese proteica, reforçando a articulação entre genoma e fenótipos estruturais. De forma geral, a OBB 2023 priorizou questões contextualizadas e integradoras, com forte interface entre citologia, saúde e sociedade.

Em 2024, a Citologia contabilizou 7 questões, o que corresponde a aproximadamente 23% do total do exame. Observou-se predominância temática voltada à imunologia, especialmente soros e vacinas, com três itens discutindo desde aspectos estruturais dos vírus até a indução da resposta imune e a eficácia de imunizantes, possivelmente refletindo o contexto ainda recente da pandemia e a relevância social da vacinação.

Além disso, o conteúdo citológico se diversificou com questões sobre vitaminas enquanto constituintes celulares essenciais, respiração aeróbica como processo metabólico fundamental para produção de ATP e funções de organelas como o complexo golgiense, associadas à síntese e secreção de macromoléculas. Houve também abordagem conceitual dos mecanismos de transporte pela membrana plasmática, enfatizando processos como difusão simples. O conjunto desses conteúdos revela articulação entre bases moleculares, estrutura celular e implicações fisiológicas, reforçando a tendência da OBB em alinhar Citologia a temas de saúde, metabolismo e biotecnologia, contribuindo para o desenvolvimento de competências previstas na BNCC que integram nível celular a fenômenos sistêmicos e aplicações no cotidiano.

A prova de 2024 manteve a abordagem contextualizada da Citologia ao explorar, de maneira aplicada, funções celulares relacionadas à imunização, metabolismo e dinâmica da membrana plasmática. Nas questões sobre a vacina contra dengue, foi exigido que o estudante relacionasse estruturas virais, resposta imunológica adaptativa e produção de anticorpos e células de memória, uma articulação direta entre vírus, biologia molecular e imunologia, reforçando a dimensão social da ciência e o papel da pesquisa pública brasileira. Por fim, questões sobre transporte de solutos através da membrana, como a difusão do sal da carne no preparo culinário, ampliaram a interdisciplinaridade que conecta citologia, saúde e práticas culturais.

Em 2025, foram identificadas 6 questões relacionadas diretamente à Citologia, correspondendo a 24% da prova (6/25). O recorte temática concentrou-se em biologia molecular e metabolismo energético, incluindo herança mitocondrial, funcionamento mitocondrial e fosforilação oxidativa, além de temas ligados à genética cromossômica como telômeros e telomerase, frequentemente discutidos no contexto da senescência celular.

A síntese proteica e o código genético também foram contemplados, reforçando a presença da Citologia alinhada à biomedicina contemporânea. Nota-se, portanto, uma seleção que privilegia conteúdos celulares articulados a tecnologias e desafios da saúde humana, ainda que a frequência total permaneça inferior à observada em anos como 2021 e 2023, quando o peso relativo da área foi mais robusto. Esse padrão sugere que, embora constante, a Citologia tem sua representatividade ajustada conforme a temática predominante de cada edição da OBB.

A prova de 2025 reforça a inserção da Citologia em debates contemporâneos sobre tecnologia biomédica, genética humana e saúde ambiental. O item sobre telomerase mobiliza a relação entre senescência celular e proliferação descontrolada, destacando implicações éticas da manipulação molecular do envelhecimento, dado que essa enzima apresenta alta atividade em células neoplásicas, um ponto amplamente discutido na literatura sobre terapias antienvhecimento e oncogênese

(Boccardi; Marano, 2024). Em outra direção, questões que abordam a plasticidade funcional das mitocôndrias trazem uma perspectiva avançada sobre bioenergética, ao exigir do estudante a compreensão da relação entre morfologia e metabolismo na produção de ATP, além da herança exclusivamente materna do DNA mitocondrial, conteúdo clássico, porém atualizado com descobertas recentes sobre heteroplasmia e adaptação metabólica (Kumar *et al.*, 2025).

A dimensão socioambiental da Citologia emerge com o tema da bioacumulação de mercúrio na Amazônia, relacionando cadeia alimentar, riscos toxicológicos e impactos às populações indígenas, o que aproxima ciência e justiça socioambiental no contexto brasileiro. Por fim, o item de biologia molecular envolvendo transcrição de DNA e tradução reforça habilidades essenciais como interpretação de códons e estrutura primária de proteínas, alinhadas às competências de raciocínio molecular previstas na BNCC para o Ensino Médio.

Assim, a edição de 2025 manteve o padrão de contextualização da OBB observado nos anos anteriores, mas com destaque ampliado para fronteiras da pesquisa científica e aplicações da citologia na biomedicina contemporânea.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise das provas da Olimpíada Brasileira de Biologia (2018–2025) revelou que os conteúdos de Citologia permanecem recorrentes, embora com variações temáticas ao longo dos anos. Um padrão marcante é a forte contextualização das questões de Citologia com temas de grande relevância social, científica e tecnológica. Os picos de incidência em 2020 e 2021, por exemplo, estiveram diretamente alinhados à pandemia de COVID-19, com foco em viroses, imunização e biologia molecular.

Essa contextualização evidencia o papel da OBB como instrumento de alfabetização científica e de articulação entre ciência escolar e problemas sociais, exigindo dos estudantes a articulação do conhecimento celular

para a compreensão de problemas de saúde pública, em consonância com as competências da BNCC. Também se constatou uma tendência de interdisciplinaridade crescente, conectando a Citologia à genética, fisiologia e biotecnologia. No entanto, subáreas clássicas como membrana plasmática, especializações celulares e sais minerais, permanecem pouco exploradas, o que limita a diversidade de perspectivas sobre o estudo da célula.

Destarte, a OBB contribui para o fortalecimento do ensino de Biologia ao valorizar competências de interpretação, raciocínio e argumentação científica. Além disso, a abordagem contextualizada da Citologia reforça sua relevância para a formação crítica e integrada dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, Bruce; JOHNSON, Alexander; LEWIS, Julian; MORGAN, David; RAFF, Martin; ROBERTS, Keith; WALTER, Peter. **Biologia molecular da célula**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ALMEIDA, Andréa Cristina; SAMUSSONE, Lainesse Benjamim; BRUNOZI JÚNIOR, Antonio Carlos; EMMENDOERFER, Magnus Luiz. Um estudo bibliométrico sobre o papel das olimpíadas científicas sob uma análise multinível. **Revista Brasileira de Educação**, v. 27, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782022270021>.

BOCCARDI, Virginia; MARANO, Luigi. Aging, cancer, and inflammation: the telomerase connection. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 15, p. 8542, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms25158542>

CUNHA, Alexia Liara; SILVA, Fernanda Keila Marinho da. Apropriações de estudantes de Ensino Médio acerca do conceito de vírus sob a perspectiva Vigotskiana. **Ciência & Educação (Bauru)**, Bauru, v. 30, e24021, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320240021>.

KUMAR, Praveen K. S.; JYOTHI, M. N.; PRASHANT, Akila. Variantes do DNA mitocondrial na patogênese e alterações metabólicas do diabetes mellitus. **Relatórios de Genética Molecular e Metabolismo**, v. 42, n. único, p. 101183, mar. 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ymgmr.2024.101183>

LOPES, Wagner; NASCIMENTO, Rebeka Moreira Monteiro do; NAHUM, Herley Machado. A abordagem dos conteúdos de Biologia Molecular no Ensino Médio utilizando Metodologias Educativas. **Revista Ensin@ UFMS**, v. 4, n. 8, p. 496-520, 31 dez. 2023.

LOURENÇO, Elis Maria Linhares. **Um panorama sobre a Olimpíada Brasileira de Biologia**. 2024. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Cabedelo, Cabedelo, 2024.

NASCIMENTO, Jane Victal. **Citologia no Ensino Fundamental: dificuldades e possibilidades na produção de saberes docentes**. 2016. 108f. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) – Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, 2016.

MACENO, Nicole Glock; SILVA, Ana Carolina Araújo da (Orgs.) **Proposições e novos olhares ao ensino de ciências** [online]. Chapecó: Editora UFFS, 2022, 227 p. Ensino de ciências collection. ISBN: 978-65-5019-025-5. DOI: <https://doi.org/10.7476/9786550190279>. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/zw2ms/pdf/maceno-9786550190279.pdf>. Acesso em: 20 maio 2025.

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

OLIVEIRA, Francisco Robson Carvalho de; SOUSA, Cidoval Moraes de. Alfabetização Científica em tempos de desinformação: uma revisão sistemática da literatura. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 30, n. 2, p. 106-133, 2025. DOI: [10.22600/1518-8795.ienci/2025v30n2p106](https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci/2025v30n2p106).

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246/172>. Acesso em: 15 maio 2025.

SILVA, Ronaldo Adriano Ribeiro da; VENTURI, Tiago (Orgs.) **Pesquisas, Vivências e Práticas de Educação em Saúde na Escola** [online]. Chapecó: Editora UFFS, 2022, 461 p. Ensino de ciências collection. ISBN: 978-65-86545-74-6. DOI: <https://doi.org/10.7476/9786586545722>.