

A BIOLOGIA NAS PROVAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA DO ENEM: CONTEÚDOS E PERSPECTIVAS DE ABORDAGEM (2020–2025)

**BIOLOGY IN THE NATURAL SCIENCES EXAMS OF ENEM: CONTENTS AND
APPROACH PERSPECTIVES (2020–2025)**

Ciências Humanas • 17/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/792122106](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/792122106)

Josean Santos Nascimento

RESUMO

Investigou-se a distribuição e as formas de mobilização dos conhecimentos biológicos nas provas regulares de Ciências da Natureza do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), entre 2020 e 2025. A pesquisa documental, de abordagem quali-quantitativa, tomou como corpus 270 questões de seis cadernos oficiais do segundo dia, com 45 itens por edição. Empregou-se uma matriz de classificação pelo conceito indispensável à resolução, distinguindo referência contextual a organismos ou problemas ambientais de efetiva exigência de conhecimentos de Biologia. A matriz revisada classificou provisoriamente 93 questões como biológicas, distribuídas em 12 (2020), 15 (2021), 17 (2022), 16 (2023), 18 (2024) e 15 (2025). O agrupamento temático exploratório identificou diferentes recorrências de ecologia, genética, fisiologia, microbiologia e processos celulares, sem evidência suficiente para afirmar progressão linear de qualquer conteúdo. A leitura interpretativa de itens selecionados mostrou que temas contemporâneos, como imunoterapia, biotecnologia, impactos ambientais e saúde pública, podem coexistir com exigências disciplinares específicas. Discute-se a distinção entre contextualização, interdisciplinaridade e letramento científico e suas implicações para o planejamento pedagógico. Os resultados quantitativos referem-se à matriz textual revisada; a conferência visual integral de todas as figuras e alternativas não está documentada, limitação que restringe inferências definitivas. Conclui-se que a análise das demandas conceituais oferece subsídios ao ensino de Biologia, desde que os números sejam interpretados com cautela metodológica.

Palavras-chave: Ensino de Biologia; ENEM; Ciências da Natureza; análise documental; letramento científico.

ABSTRACT

This documentary study examined the distribution and mobilization of biological knowledge in the regular Natural Sciences sections of Brazil's National High School Examination (ENEM) from 2020 to 2025. The corpus comprised 270 questions from six official second-day booklets, with 45 questions per year. A qualitative–quantitative coding matrix focused on the knowledge required to solve each item, distinguishing biological contexts from actual biological reasoning. The revised working dataset provisionally identified 93 Biology questions: 12 in 2020, 15 in 2021, 17 in 2022, 16 in 2023, 18 in 2024, and 15 in 2025. Exploratory thematic groupings highlighted ecology, genetics, physiology, microbiology, and cellular processes. Close readings of selected items suggested that contemporary topics such as immunotherapy, biotechnology, environmental impacts, and public health may still be assessed through discipline-specific concepts. The discussion differentiates contextualization, interdisciplinarity, and scientific literacy, and considers implications for Biology teaching. The quantitative findings derive from a revised text-based matrix; complete visual verification of every figure and alternative has not been documented. Consequently, the counts should not be interpreted as definitive. The study supports concept-oriented teaching and transparent assessment analysis while emphasizing the need for additional verification before strong longitudinal claims can be made.

Keywords: Biology education; ENEM; Natural Sciences; documentary analysis; scientific literacy.

INTRODUÇÃO

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) constitui simultaneamente um instrumento de avaliação em larga escala e

um mecanismo de acesso à educação superior. Por essa dupla função, suas provas participam da organização de expectativas escolares sobre o que significa aprender Ciências da Natureza: não apenas dominar terminologias, mas selecionar conhecimentos para interpretar fenômenos, tecnologias e problemas socialmente relevantes. Tal influência, entretanto, não autoriza tomar cada situação cotidiana presente nos enunciados como evidência de aprendizagem contextualizada ou de efetiva integração disciplinar.

No ensino de Biologia, essa tensão assume contornos particulares. Problemas de vacinação, qualidade da água, modificações genéticas, fisiologia humana e biodiversidade articulam saberes científicos e debates públicos; contudo, a estrutura de múltipla escolha pode concentrar a exigência resolutiva em um único conceito, frequentemente descontextualizado no momento decisivo da resposta. Assim, importa investigar não só “sobre o que” fala uma questão, mas “o que é necessário saber e fazer” para resolvê-la.

Stadler e Hussein (2017) demonstraram, em investigação de provas anteriores do ENEM, a importância de diferenciar contextualização e interdisciplinaridade, assinalando a predominância de itens disciplinares contextualizados. Mais recentemente, Mello e Souza (2025) examinaram questões de Biologia sob a perspectiva do letramento científico, recolocando o problema das relações entre avaliação, formação científica e questões sociais. Sousa e Silveira (2026), por sua vez, discutiram temas interdisciplinares nas provas de Ciências da Natureza entre 2009 e 2024. Esses estudos evidenciam que classificar temas não equivale a caracterizar integralmente a operação cognitiva solicitada.

O recorte de 2020 a 2025 permite observar seis edições consecutivas e problematizar continuidades e variações temáticas sem pressupor uma tendência histórica linear. Ao mesmo tempo, exige cuidado com a unidade de análise: os cadernos reúnem Biologia, Física e Química, e a presença de vocabulário biológico em uma questão de química orgânica ou de decaimento radioativo não basta para incorporá-la ao conjunto de itens biológicos.

As avaliações externas não apenas verificam aprendizagens previamente estabelecidas; também sinalizam prioridades curriculares e modos legítimos de demonstrar conhecimento. A leitura pedagógica do ENEM deve, por isso, ultrapassar a contagem de tópicos: uma mesma área, como genética, pode aparecer sob o formato de reconhecimento de padrões hereditários, interpretação de dados ou avaliação de procedimentos biotecnológicos. O conteúdo nominal permanece semelhante, enquanto a atividade intelectual exigida muda substancialmente. Para o professor, a consequência é direta: preparar estudantes para o exame não se reduz a repetir listas de assuntos frequentes.

A matriz de referência do ENEM articula competências e habilidades à área de Ciências da Natureza. Todavia, o texto de uma habilidade não garante, isoladamente, que um item operacionalize uma relação interdisciplinar. A análise documental precisa reconstruir o percurso de resolução: informações oferecidas, conhecimento extratextual necessário, inferências solicitadas e alternativas concorrentes. Sem esse percurso, a categorização corre o risco de reproduzir apenas o vocabulário superficial do enunciado.

Contextualizar significa inserir um conceito em uma situação dotada de referências sociais, tecnológicas, históricas ou ambientais.

Interdisciplinaridade, em sentido analítico mais exigente, pressupõe que conhecimentos de mais de um campo participem efetivamente da construção da resposta. Uma questão sobre a tireoide que solicite calcular a meia-vida de um radioisótopo pode utilizar um contexto fisiológico sem exigir compreensão de endocrinologia. Inversamente, um item sobre bioacumulação pode demandar relações ecológicas entre níveis tróficos, mesmo quando inclui informações químicas sobre contaminantes.

A distinção proposta por Stadler e Hussein (2017) é particularmente útil para evitar classificações infladas de interdisciplinaridade. Também dialoga com Mello e Souza (2025), cuja abordagem de letramento científico reforça a necessidade de examinar que relações entre ciência e sociedade se tornam cognitivamente operantes no item. O simples aparecimento de um tema socialmente relevante não comprova, por si, que o estudante seja convidado a avaliar evidências, reconhecer limites do conhecimento ou argumentar sobre decisões públicas.

A contribuição de Sousa e Silveira (2026) amplia o debate para as condições e possibilidades de abordagens interdisciplinares nas provas. Consideradas em conjunto, essas investigações sustentam uma leitura em dois planos: primeiro, o plano do conteúdo indispensável à resolução; segundo, o plano das relações com situações e problemas que conferem sentido ao conhecimento. Essa dupla leitura orienta a categorização e a discussão qualitativa desenvolvidas neste artigo.

A literatura recente amplia essa compreensão ao examinar aspectos diferentes da mesma avaliação. Vizzotto (2022) analisou propriedades psicométricas de questões de Biologia aplicadas entre

2009 e 2019 e destacou a importância de investigar a adequação dos itens à aferição da proficiência. Silva et al. (2022), por sua vez, estudaram o alinhamento entre a matriz de referência e questões de Biologia de 2014 a 2019, considerando a profundidade do conhecimento. Esses trabalhos indicam que classificar assuntos, analisar operações cognitivas e avaliar a qualidade estatística de itens são procedimentos complementares, mas não intercambiáveis.

Na interface entre avaliação e prática pedagógica, Camillo, Graffunder e Timmermann (2023) mapearam estudos sobre propostas didáticas de contextualização e interdisciplinaridade; Santos, Janerine e Fernandes (2024) discutiram a preparação de professores de Ciências da Natureza para práticas interdisciplinares; e Pereira e Archanjo Junior (2025) investigaram aproximações entre livros didáticos de Biologia e questões do ENEM. A articulação dessas pesquisas permite compreender o exame como objeto de análise curricular, didática e avaliativa, sem confundir a presença de temas contemporâneos com a efetiva mobilização de conhecimentos de diferentes campos.

Diante desse cenário, formula-se o seguinte problema de pesquisa: como os conhecimentos biológicos foram distribuídos e mobilizados nas questões de Ciências da Natureza das aplicações regulares do ENEM de 2020 a 2025, e em que medida os contextos apresentados correspondem a demandas conceituais de Biologia? O objetivo geral consiste em analisar a distribuição anual, os conteúdos e as exigências conceituais das questões classificadas como Biologia nesse intervalo. Especificamente, busca-se: identificar os itens cujo conceito resolutivo é biológico; organizar seus conteúdos em categorias temáticas; comparar a distribuição anual na matriz de

trabalho; e discutir, por meio de casos exemplares, as relações entre contexto, interdisciplinaridade e letramento científico.

METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa documental, descritivo-interpretativa, com procedimentos quantitativos de frequência e análise qualitativa dos enunciados. O corpus documental compreendeu seis cadernos oficiais do segundo dia da aplicação regular do ENEM: caderno 7 (azul) de 2020; caderno 5 (amarelo) de 2021; caderno 6 (cinza) de 2022; caderno 5 (amarelo) de 2023; caderno 7 (azul) de 2024; e caderno 5 (amarelo) de 2025. Em cada edição, consideraram-se as 45 questões de Ciências da Natureza, totalizando 270 unidades de análise. Não foram incluídas reaplicações, provas PPL nem a seção de Matemática.

A primeira etapa consistiu em reunir os arquivos oficiais do INEP, extrair o texto dos itens e organizar uma matriz com ano, caderno, número da questão, trecho identificador e classificação inicial. Na segunda etapa, adotou-se como regra decisória o conhecimento necessário para responder ao comando e discriminar as alternativas: Biologia, outras áreas de Ciências da Natureza ou situação de fronteira. Questões que utilizavam organismos ou doenças apenas como contexto, mas exigiam exclusivamente operações de Física ou Química, não foram computadas como Biologia. Os casos fronteirios foram objeto de revisões sucessivas, registradas na base.

Na terceira etapa, os itens classificados como Biologia receberam rótulos de conteúdo específico. Para fins de visualização comparativa, esses rótulos foram reunidos em macrotemas analíticos mutuamente exclusivos, segundo a ênfase primária

atribuída pela matriz. Essa redução é uma convenção operacional: temas como imunologia molecular, ecotoxicologia e biotecnologia vegetal poderiam ser enquadrados em mais de uma categoria sob outro protocolo. Por esse motivo, os macrotemas não devem ser interpretados como divisões epistemológicas estanques.

A frequência anual foi calculada pelo número de itens identificados como Biologia em cada conjunto de 45 questões, e sua proporção foi obtida pela razão entre essas frequências e o total anual. A interpretação qualitativa focalizou questões exemplares que permitem contrastar conteúdo biológico, contexto social ou tecnológico e operação cognitiva. A análise não utilizou respostas de estudantes, parâmetros psicométricos nem microdados de desempenho; logo, não permite concluir sobre dificuldade empírica, discriminação dos itens ou aprendizagem efetivamente alcançada.

A organização do corpus foi realizada por meio de uma matriz de 270 registros, na qual se reuniram ano, número do item, classificação disciplinar, tema biológico predominante e justificativa conceitual. A categorização adotou como unidade analítica o conhecimento necessário à resolução da questão, permitindo comparações entre as edições e a interpretação qualitativa dos conteúdos identificados.

A interpretação das frequências exige relacionar o recorte quantitativo às demandas conceituais e às condições de construção dos itens. Silva et al. (2022), ao investigarem o alinhamento entre a matriz de referência e questões de Biologia de 2014 a 2019, ressaltam a pertinência de examinar a profundidade do conhecimento, e não apenas a identificação de conteúdos. Em perspectiva complementar, Vizzotto (2022) mostrou que a qualidade psicométrica das questões constitui uma dimensão distinta de sua

classificação temática. Desse modo, os números apresentados a seguir são discutidos em articulação com a estrutura conceitual dos problemas, sem atribuir à frequência o significado de dificuldade ou qualidade do item.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A organização do corpus permite observar a presença relativa de conhecimentos biológicos nas seis edições. Antes de interpretar os exemplos qualitativos, a Tabela 1 apresenta o panorama anual de classificação, tomando cada caderno como um conjunto de 45 questões. Essa distribuição é relevante para comparar edições, mas não traduz, isoladamente, a complexidade dos raciocínios exigidos.

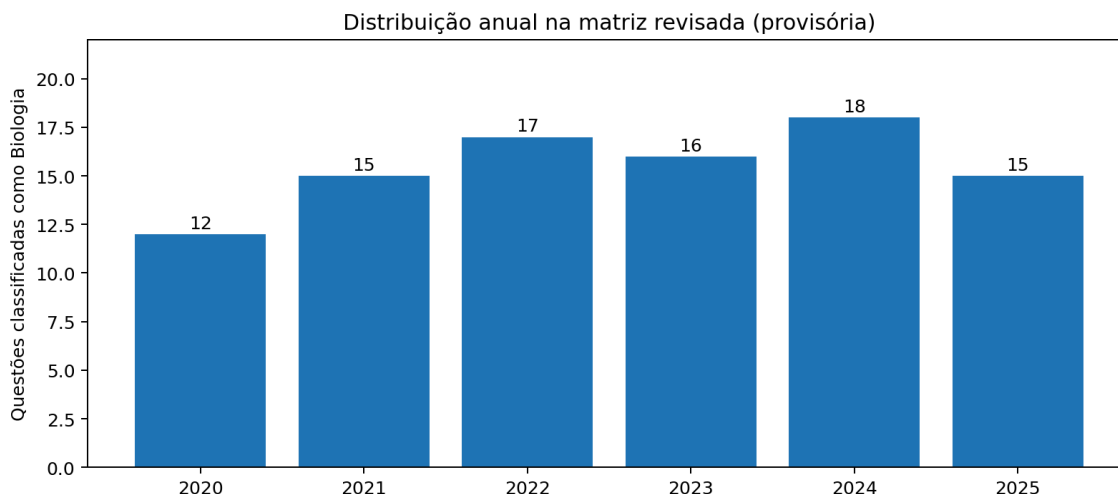
Tabela 1. Distribuição das questões de Biologia nas provas do ENEM (2020–2025).

Ano	Caderno	Questões de Ciências da Natureza	Biologia na matriz	Percentual do caderno
2020	7	45	12	26,7%
2021	5	45	15	33,3%
2022	6	45	17	37,8%
2023	5	45	16	35,6%
2024	7	45	18	40,0%
2025	5	45	15	33,3%
Total	—	270	93	34,4%

Fonte: elaboração própria com base na matriz de classificação das provas regulares do INEP (2020–2025).

A Tabela 1 mostra que a matriz reúne 93 itens classificados como Biologia, equivalentes a 34,4% do total de 270 questões de Ciências da Natureza. A frequência varia de 12, em 2020, a 18, em 2024, com oscilações intermediárias. A amplitude de seis itens não deve ser confundida com tendência estatística robusta: o período contém apenas seis observações anuais, e os próprios totais dependem de decisões de categorização ainda passíveis de ajuste. É mais apropriado falar em variação da presença relativa de Biologia na matriz do que em expansão ou retração estrutural do exame.

Gráfico 1. Questões classificadas como Biologia por edição, segundo a matriz revisada.



Fonte: elaboração própria, 2026.

O Gráfico 1 evidencia uma sequência não monotônica: crescimento entre 2020 e 2022, pequena redução em 2023, novo aumento em 2024 e diminuição em 2025. Essa oscilação recomenda cautela frente a estratégias de ensino que pretendam prever o número exato de questões por assunto a partir de uma edição isolada. Mesmo quando uma prova apresenta mais itens biológicos, isso não

implica maior diversidade de competências: várias questões podem concentrar-se em operações cognitivas semelhantes, ao passo que uma edição com menor quantidade pode reunir situações mais complexas e variadas.

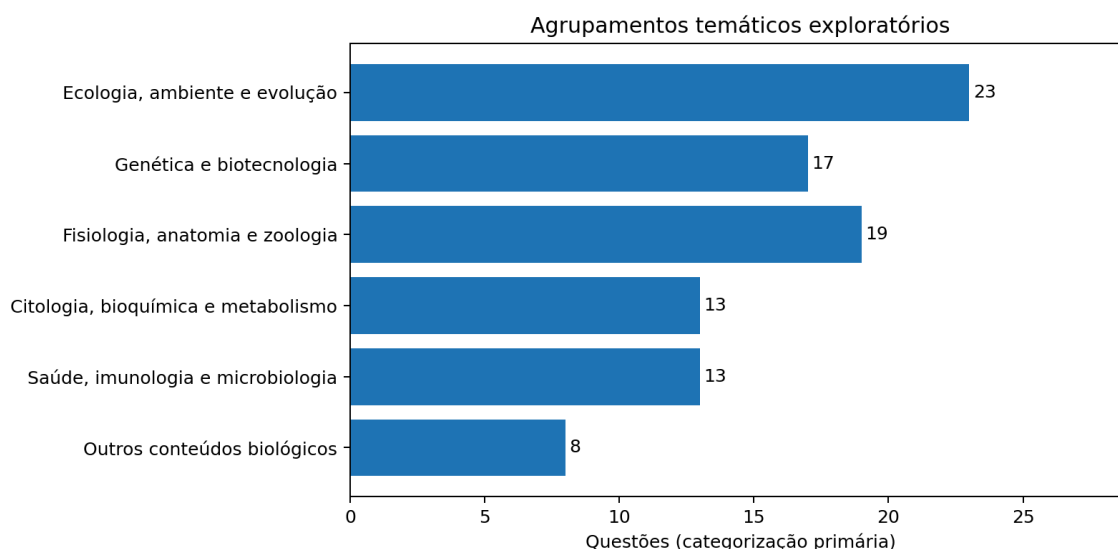
Para compreender quais conhecimentos se encontram representados nesse conjunto, os rótulos específicos foram agrupados em eixos temáticos. A Tabela 2 sistematiza essa classificação e permite examinar a distribuição dos conteúdos, considerando que cada questão recebeu uma categoria principal, mesmo quando mobiliza conhecimentos relacionados.

Tabela 2. Distribuição dos eixos temáticos das questões classificadas como Biologia.

Macrotema primário	Questões	Participação nos 93 itens
Ecologia, ambiente e evolução	23	24,7%
Fisiologia, anatomia e zoologia	19	20,4%
Genética e biotecnologia	17	18,3%
Citologia, bioquímica e metabolismo	13	14,0%
Saúde, imunologia e microbiologia	13	14,0%
Outros conteúdos biológicos	8	8,6%

Fonte: elaboração própria. Agrupamento exploratório por palavras-chave dos rótulos específicos; a classificação primária não elimina interseções entre conteúdos.

Gráfico 2. Agrupamento temático exploratório das questões classificadas como Biologia.



Fonte: elaboração própria, 2026.

Os agrupamentos apresentados não são equivalentes a uma lista de conteúdos para memorização. Pereira e Archanjo Junior (2025), ao compararem questões do ENEM de 2018 a 2023 com coleções de livros didáticos de Biologia, investigaram aproximações entre a abordagem de moléculas, células e tecidos e os materiais de ensino. A comparação indica a importância de considerar como o conhecimento aparece nos suportes didáticos e na avaliação, evitando supor que a simples coincidência de tópicos assegure correspondência entre as operações cognitivas requeridas.

A Tabela 2 e o Gráfico 2 evidenciam a diversidade de conteúdos mobilizados pelas questões classificadas como Biologia. Os agrupamentos temáticos consideraram a ênfase conceitual principal de cada item, procedimento necessário para evitar a dupla contagem. Essa opção também revela um aspecto importante do ENEM: uma mesma situação pode mobilizar conhecimentos articulados. Uma questão de genética molecular aplicada a vacinas, por exemplo, dialoga simultaneamente com biotecnologia,

imunologia e saúde coletiva. Portanto, a frequência atribuída a cada macrotema expressa o foco analítico predominante, sem eliminar as relações entre campos do conhecimento.

Essa característica é importante para a formação docente: a organização dos conteúdos em capítulos escolares não coincide necessariamente com a arquitetura conceitual dos problemas científicos. Ao trabalhar uma situação sobre contaminação ambiental, o professor pode articular ecologia de populações, metabolismo, toxicologia e saúde coletiva. Na avaliação, porém, o estudante precisa reconhecer qual dessas relações é indispensável para selecionar a alternativa correta. Assim, a análise dos itens deve preservar simultaneamente a diversidade temática e a especificidade da demanda resolutive.

Além das frequências, é necessário examinar situações concretas de resolução. O Quadro 1 reúne questões de diferentes edições que ilustram a diversidade de mecanismos biológicos e os limites entre contextualização e interdisciplinaridade. Os casos são retomados na discussão que sucede ao quadro, em diálogo com pesquisas recentes sobre avaliação e ensino de Ciências.

Quadro 1. Exemplos de questões e conhecimentos mobilizados no ENEM (2020–2025).

Edição / questão	Foco analítico	Contribuição para a discussão
2020 / 115	Biotecnologia vegetal	A modificação de plantas remete à manipulação de material genético. O núcleo da resolução não está apenas na presença de uma tecnologia agrícola, mas no reconhecimento de...

2020 / 117	Imunologia e fotoimunoterapia	O uso de anticorpos em terapia antitumoral vincula reconhecimento molecular, seletividade celular e intervenção médica. A menção à luz não elimina a dimensão biológica: a...
2021 / 120	Ecotoxicologia e biomagnificação	A concentração de contaminantes em níveis tróficos exige compreender relações alimentares e transferência de substâncias. O tema é ambiental, mas a inferência decisiva po...
2022 / 115	Radioatividade em contexto biomédico	A referência à tireoide e ao iodo poderia induzir a codificação apressada como fisiologia humana. Entretanto, a operação de meia-vida radioativa pertence à Física/Química...
2023 / 99	Vacinas de RNA e biologia molecular	A presença de vacinas de RNA oferece oportunidade de mobilizar síntese proteica e informação genética em situação de saúde pública. A atualidade do assunto, isoladamente,...
2024 / 95	Expressão gênica e RT-PCR	A identificação de genes expressos por técnicas moleculares exige compreender a relação entre RNA e atividade gênica. Classificar o item como química apenas porque envolv...
2025 / 100	Ciclo do carbono e vegetação	A remoção de dióxido de carbono atmosférico pela vegetação aproxima processos fotossintéticos e problemas climáticos. A pertinência didática depende de explicitar as rela...

Fonte: elaboração própria com base na análise temática das questões do ENEM (2020–2025).

A modificação de plantas remete à manipulação de material genético. O núcleo da resolução não está apenas na presença de uma tecnologia agrícola, mas no reconhecimento de processos biológicos envolvidos na alteração de características. Didaticamente, o item permite diferenciar explicação de mecanismos de engenharia genética de juízos genéricos favoráveis ou contrários aos transgênicos.

O uso de anticorpos em terapia antitumoral vincula reconhecimento molecular, seletividade celular e intervenção médica. A menção à luz não elimina a dimensão biológica: a classificação exige verificar se o comando se apoia no reconhecimento imunológico. A análise mostra por que uma etiqueta disciplinar única pode esconder uma articulação tecnológica complexa.

A concentração de contaminantes em níveis tróficos exige compreender relações alimentares e transferência de substâncias. O tema é ambiental, mas a inferência decisiva pode ser ecológica. O caso exemplifica uma contextualização que mobiliza conceitos de ecossistemas e permite discutir efeitos cumulativos sobre organismos.

A referência à tireoide e ao iodo poderia induzir a codificação apressada como fisiologia humana. Entretanto, a operação de meia-vida radioativa pertence à Física/Química. O caso funciona como controle negativo e explicita o critério de exclusão de itens apenas ambientados em contextos biológicos.

A presença de vacinas de RNA oferece oportunidade de mobilizar síntese proteica e informação genética em situação de saúde pública. A atualidade do assunto, isoladamente, não comprova

letramento científico: é necessário observar se o comando solicita compreender mecanismos, avaliar evidências ou simplesmente reconhecer uma etapa do processo.

A identificação de genes expressos por técnicas moleculares exige compreender a relação entre RNA e atividade gênica. Classificar o item como química apenas porque envolve procedimentos laboratoriais apagaria o conhecimento biológico efetivamente mobilizado.

A remoção de dióxido de carbono atmosférico pela vegetação aproxima processos fotossintéticos e problemas climáticos. A pertinência didática depende de explicitar as relações entre fluxo de matéria, fixação de carbono e limites das soluções ambientais, evitando reduzir o problema a uma palavra-chave.

Em investigação sobre questões de Biologia do ENEM de 2019, Mello e Souza (2025) identificaram predominância de dimensões individual ou social do letramento científico em perspectiva funcionalista, com representação reduzida da interdisciplinaridade. Esse resultado ajuda a interpretar os exemplos analisados: referências a vacinação, contaminação e clima podem conferir relevância social ao item sem necessariamente exigir avaliação crítica de evidências. Sousa e Silveira (2026), em recorte documental mais amplo sobre Ciências da Natureza, também discutem limites e possibilidades de abordagens disciplinares e interdisciplinares. As convergências entre esses estudos não autorizam reduzir o exame a um único padrão, mas reforçam a necessidade de ler cada comando de maneira situada.

O conjunto de exemplos sustenta duas observações. Primeiramente, problemas contemporâneos, como terapias antitumorais, vacinas, contaminação ambiental e mudança climática, oferecem contextos relevantes para o ensino, mas não determinam automaticamente a profundidade da atividade intelectual exigida. Em segundo lugar, a classificação disciplinar deve ser fundamentada no caminho de resolução, e não em uma leitura isolada de substantivos presentes no texto. Essa exigência metodológica dialoga diretamente com a distinção entre contextualização e interdisciplinaridade formulada por Stadler e Hussein (2017).

As implicações pedagógicas precisam considerar as condições reais de trabalho docente. Santos, Janerine e Fernandes (2024) investigaram a preparação de professores de Biologia, Física e Química para desenvolver práticas interdisciplinares no Novo Ensino Médio, evidenciando a pertinência da formação para o tratamento integrado dos conteúdos. Camillo, Graffunder e Timmermann (2023), ao mapearem propostas didáticas de contextualização e interdisciplinaridade, ampliam o debate sobre a tradução desses princípios em práticas de ensino. Assim, a análise das questões pode contribuir para o planejamento, desde que não substitua a reflexão curricular e pedagógica.

A leitura conjunta dos resultados sugere que a preparação para o ENEM pode beneficiar-se de sequências didáticas organizadas por problemas, sem abandonar o rigor conceitual. Uma proposta sobre qualidade da água, por exemplo, pode reunir sucessão ecológica, eutrofização, ciclos biogeoquímicos e efeitos sobre a saúde, seguida da análise de itens em que apenas parte desses conhecimentos é indispensável à resposta. Esse movimento favorece a distinção entre

compreender amplamente um fenômeno e identificar a inferência específica solicitada por uma avaliação.

Na genética e na biotecnologia, o desafio é semelhante: ensinar a relação entre material genético, expressão gênica, técnicas laboratoriais e aplicações sociais, sem converter o trabalho em mera memorização de siglas. Em saúde, a presença de imunização, vetores e agentes infecciosos pode favorecer atividades de interpretação de evidências e de tomada de decisão fundamentada. Todavia, seria incorreto afirmar, com base apenas na ocorrência desses temas, que a prova avalia sistematicamente todas as dimensões do letramento científico. Como lembram Mello e Souza (2025), essa questão requer categorias analíticas próprias e exame detalhado dos itens.

Os resultados também recomendam prudência no uso de rankings de assuntos. O fato de uma categoria reunir mais itens na matriz não demonstra que ela deva ocupar proporcionalmente mais aulas, pois o currículo escolar tem finalidades formativas mais amplas do que a preparação para um exame. A utilidade pedagógica da análise reside em explicitar operações de interpretação, comparação, explicação causal e aplicação de conceitos, além de permitir que o professor identifique lacunas no repertório dos estudantes.

A identificação dos itens classificados como Biologia também pode ser apresentada no corpo dos resultados, permitindo verificar a composição anual do conjunto analisado. Os Quadros 2 a 7 discriminam, por edição, os números e os conteúdos atribuídos na matriz. Essa explicitação é importante para tornar rastreável a passagem dos enunciados individuais aos agrupamentos e às frequências anteriormente discutidas.

Quadro 2. Itens classificados como Biologia no ENEM 2020.

Questão	Conteúdo específico na matriz
95	Ecologia da paisagem
101	Evolução e especiação
104	Fisiologia e adaptações das aves
115	Biotecnologia vegetal
117	Imunologia e biotecnologia
118	Zoologia de artrópodes
119	Ecologia aquática
121	Fotossíntese
125	Genética de populações
127	Sucessão ecológica
129	Biologia celular e câncer
135	Genética vegetal

Fonte: elaboração própria com base na matriz de análise dos cadernos do INEP, 2026.

Em 2020, os itens identificados articulam ecologia, genética, biotecnologia e processos fisiológicos. Essa diversidade sugere que o ensino não pode reduzir a preparação ao reconhecimento de nomenclaturas: é necessário compreender relações causais e mecanismos. A investigação de Silva et al. (2022) sobre profundidade do conhecimento oferece um contraponto importante, pois dois

itens do mesmo eixo temático podem exigir operações cognitivas distintas.

Quadro 3. Itens classificados como Biologia no ENEM 2021.

Questão	Conteúdo específico na matriz
91	Genética
95	Ecologia e dispersão
97	Genética vegetal
100	Virologia e saúde pública
110	Controle biológico de vetores
114	Histologia vegetal
115	Fisiologia vegetal
118	Metabolismo celular
120	Ecotoxicologia
123	Genética
125	Neurofisiologia
130	Biologia molecular
132	Embriologia
133	Nutrição vegetal
135	Comportamento e evolução

Fonte: elaboração própria com base na matriz de análise dos cadernos do INEP, 2026.

Em 2021, destacam-se problemas relativos à hereditariedade, processos vegetais, saúde e interações ecológicas. A aproximação entre questões biológicas e situações sociais, entretanto, não garante interdisciplinaridade. Mello e Souza (2025) identificaram, em outro recorte do ENEM, predominância de dimensões funcionalistas do letramento científico, o que reforça a necessidade de avaliar a demanda conceitual concreta de cada enunciado.

Quadro 4. Itens classificados como Biologia no ENEM 2022.

Questão	Conteúdo específico na matriz
91	Imunologia
95	Microbiologia e arboviroses
97	Respiração celular
99	Ciclo do nitrogênio
100	Fisiologia sensorial
101	Fisiologia e coagulação
104	Genética e mosaicismo
106	Enzimas
107	Microbiologia e antimicrobianos
110	Endocrinologia ambiental
113	Osmose e citologia vegetal
116	Seleção natural
120	Fisiologia sanguínea
124	Ecologia e espécies invasoras
127	Biologia molecular e PCR

130	Terapia gênica
133	Parasitologia e saúde pública

Fonte: elaboração própria com base na matriz de análise dos cadernos do INEP.

O conjunto de 2022 evidencia a importância de separar temas biomédicos de conteúdos efetivamente biológicos. A referência à tireoide em um cálculo de meia-vida, por exemplo, não transforma o item de radioatividade em fisiologia humana. Stadler e Hussein (2017) já haviam demonstrado a relevância de distinguir contextualização e interdisciplinaridade, distinção retomada em debates mais recentes por Sousa e Silveira (2026).

Quadro 5. Itens classificados como Biologia no ENEM 2023.

Questão	Conteúdo específico na matriz
99	Vacinas de RNA e genética molecular
100	Reprodução assistida
103	Fisiologia vegetal
104	Citologia e endossimbiose
105	Parasitologia
107	Endocrinologia humana
109	Evolução das plantas
111	Histologia vegetal
113	Genotoxicidade
120	Genética cromossômica

122	Respiração celular
123	Ecologia e polinização
124	Fisiologia e nutrição humana
127	Fisiologia muscular
131	Biorremediação
132	Ciclo do nitrogênio

Fonte: elaboração própria com base na matriz de análise dos cadernos do INEP.

Em 2023, o agrupamento de conteúdos permite observar questões associadas à biologia molecular, à fisiologia, à ecologia e à saúde. A discussão de vacinas de RNA é especialmente significativa porque aproxima conhecimento sobre expressão gênica e temas de interesse público. Como argumentam Mello e Souza (2025), o letramento científico não se resume à presença de assuntos contemporâneos: depende das relações cognitivas efetivamente solicitadas.

Quadro 6. Itens classificados como Biologia no ENEM 2024.

Questão	Conteúdo específico na matriz
95	Biologia molecular
98	Filogenia e evolução
102	Enzimas e metabolismo
104	Epidemiologia
105	Ecotoxicologia

107	Mutagênese
108	Agroecologia
109	Fisiologia muscular
110	Zoologia de serpentes
111	Zoologia de artrópodes
112	Genética ligada ao sexo
113	Metabolismo microbiano
115	Citologia e núcleo
117	Comportamento animal
120	Virologia
124	Metabolismo bacteriano
126	Imunologia e vacinas
134	Fitorremediação

Fonte: elaboração própria com base na matriz de análise dos cadernos do INEP.

O quadro de 2024 reúne aplicações de genética, fisiologia vegetal, ecologia e microbiologia, incluindo procedimentos moleculares como RT-PCR. A interpretação dessas tecnologias exige distinguir o objeto biológico do instrumental químico utilizado. Pereira e Archanjo Junior (2025), ao compararem questões e livros didáticos, oferecem uma referência útil para discutir a necessidade de aproximação entre o tratamento escolar dos conceitos e suas aplicações avaliativas.

Quadro 7. Itens classificados como Biologia no ENEM 2025.

Questão	Conteúdo específico na matriz
92	Ecologia e defesa química
93	Imunologia
94	Ecologia do Cerrado
95	Ecologia e adaptações
98	Zoologia e toxicologia
99	Citologia e lisossomos
100	Ecologia e ciclo do carbono
102	Genética
111	Ecologia e eutrofização
112	Biotecnologia vegetal
121	Fotossíntese
122	Ecologia de ambientes ferruginosos
131	Parasitologia e controle de vetores
133	Cronobiologia
134	Zoologia e glândula uropigial

Fonte: elaboração própria com base na matriz de análise dos cadernos do INEP.

Em 2025, as questões reunidas permitem discutir relações entre organismos, processos fisiológicos, ciclos de matéria e problemas ambientais. A presença de mudanças climáticas e qualidade

ambiental pode favorecer abordagens integradoras em sala de aula, desde que sustentadas por mecanismos científicos precisos. Santos, Janerine e Fernandes (2024) e Camillo, Graffunder e Timmermann (2023) ajudam a situar esse desafio na formação e nas práticas docentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa analisou 270 questões de Ciências da Natureza do ENEM, referentes às aplicações regulares de 2020 a 2025, e identificou 93 itens classificados como dependentes de conhecimentos biológicos na matriz de análise. A distribuição anual variou entre 12 e 18 questões, sem configurar trajetória linear. O agrupamento temático evidenciou diversidade de conteúdos, incluindo ecologia, genética, fisiologia, processos celulares, microbiologia e saúde, além de mostrar a presença de problemas que articulam diferentes campos conceituais.

A principal contribuição interpretativa reside na defesa de um critério conceitual de classificação: não basta que o enunciado mencione organismos, medicamentos ou ambiente; é necessário que a resposta exija conhecimento biológico. Os exemplos discutidos indicam que contextualização, interdisciplinaridade e letramento científico são dimensões relacionadas, mas não equivalentes. Essa diferenciação permite ao professor trabalhar com questões do ENEM de forma mais reflexiva, articulando mecanismos científicos e problemas sociais sem reduzir a aprendizagem à identificação de palavras-chave.

Os resultados reforçam a relevância de práticas pedagógicas que ultrapassem a memorização de definições e privilegiem a

interpretação de situações-problema, a identificação de mecanismos biológicos e a análise crítica das relações entre ciência, tecnologia, ambiente e sociedade. Como desdobramento, estudos futuros poderão relacionar a distribuição temática dos itens a habilidades da matriz de referência e a indicadores de desempenho dos participantes, ampliando a compreensão das demandas cognitivas da avaliação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Exame Nacional do Ensino Médio: provas e gabaritos, edições 2020–2025**. Brasília, DF: INEP, 2020–2025. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 8 set. 2026.

CAMILLO, Cíntia Morales; GRAFFUNDER, Karine Gehrke; TIMMERMANN, Rafael de Souza. Análise de propostas didáticas que envolvem a interdisciplinaridade e a contextualização no Ensino de ciências. **Revista Contexto & Educação**, v. 38, n. 120, e12574, 2023. DOI: <https://doi.org/10.21527/2179-1309.2023.120.12574>.

MELLO, Larissa Guedes; SOUZA, Lucia Helena Pralon de. Exame Nacional do Ensino Médio: análise das questões de Biologia sob a ótica do letramento científico. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 18, n. 1, 2025. DOI: <https://doi.org/10.46667/renbio.v18i1.1715>.

PEREIRA, Maria Clara Alves; ARCHANJO JUNIOR, Miguel Guilhermino de. Análise dos livros didáticos de biologia: eles são adequados para preparar os alunos para o ENEM? **Práticas**

Educativas, Memórias e Oralidades, v. 7, 2025. DOI: <https://doi.org/10.47149/pemo.v7.e15016>.

SANTOS, Danilo Lopes; JANERINE, Aline de Souza; FERNANDES, Geraldo Wellington Rocha. O novo ensino médio e a interdisciplinaridade escolar: a preparação dos professores de ciências naturais. Alexandria: **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2024.e96225>.

SILVA, Jeanderson Marcelino da et al. A Biologia nas questões do Novo Enem: um estudo de alinhamento entre a Matriz de Referência e as edições de 2014 a 2019. **Revista Brasileira do Ensino Médio**, 2022. Disponível em: https://rbraem.com.br/index.php/rbraem/pt_BR/article/view/81.

SOUSA, Márcia Maria Alves de; SILVEIRA, Dieison Prestes da. Os temas interdisciplinares no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) – Área Ciências da Natureza (2009–2024). **Revista de Educação em Ciências e em Matemática**, 2026. DOI: <https://doi.org/10.5380/recem.v1i1.102863>.

STADLER, João Paulo; HUSSEIN, Fabiana Roberta Gonçalves e Silva. O perfil das questões de ciências naturais do novo Enem: interdisciplinaridade ou contextualização? **Ciência & Educação**, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/yX7KS7nc5s4THFs3fXW8cJk/>. Acesso em: 7 set. 2026.

VIZZOTTO, Patrick. Análise e classificação das questões de Biologia do ENEM segundo suas características psicométricas. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 15, n. 1, p. 314–332, 2022. DOI: <https://doi.org/10.46667/renbio.v15i1.633>.

