



ISABELA PIRES BARROS

**DA QUESTÃO FECHADA À INVESTIGAÇÃO: UMA RESSIGNIFICAÇÃO DE
ITENS DO ENEM DE BIOLOGIA**

LAVRAS – MG

2026

ISABELA PIRES BARROS

**DA QUESTÃO FECHADA À INVESTIGAÇÃO: UMA RESSIGNIFICAÇÃO DE
ITENS DO ENEM DE BIOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de
Especialização *Lato Sensu* “Ciência é 10”, para
a obtenção do título de Especialista em Ensino
de Ciências.

Orientador
Prof. Dr. Leonardo Gonçalves Lago

LAVRAS – MG

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Barros, Isabela Pires.

DA QUESTÃO FECHADA À INVESTIGAÇÃO : UMA RESSIGNIFICAÇÃO
DE ITENS DO ENEM DE BIOLOGIA / Isabela Pires Barros. - 2026.
47 p.

Orientador: Leonardo Gonçalves Lago

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) - Universidade Federal de
Lavras, 2026.
Bibliografia.

1. Ensino de Ciências. 2. Ensino por Investigação. 3. Ensino. 4. Biologia. 5.
Ciências. I. Lago, Leonardo Gonçalves. II. Universidade Federal de Lavras. III. Título.

ISABELA PIRES BARROS

**DA QUESTÃO FECHADA À INVESTIGAÇÃO: UMA RESSIGNIFICAÇÃO DE
ITENS DO ENEM DE BIOLOGIA
FROM CLOSED-ENDED QUESTION TO INQUIRY: A REINTERPRETATION OF
ENEM BIOLOGY ITEMS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de
Especialização *Lato Sensu* “Ciência é 10”, para
a obtenção do título de Especialista em Ensino
de Ciências.

APROVADA em 2 de julho de 2026.

DSc. Antônio Marcelo Martins Maciel

UFLA

DSc. Jefferson Adriano Neves

UFLA



Documento assinado digitalmente
LEONARDO GONCALVES LAGO
Data: 11/08/2026 16:59:02-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador
Prof. Dr. Leonardo Gonçalves Lago

**LAVRAS – MG
2026**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Lavras e ao Curso de Especialização Lato Sensu “Ciência é 10”, pela oportunidade de formação continuada. Agradeço ao orientador, Prof. Dr. Leonardo Gonçalves Lago, pelas leituras, sugestões e orientações ao longo da elaboração deste trabalho. Agradeço também aos professores, colegas e familiares que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste percurso formativo.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo discutir possibilidades de ressignificação de questões fechadas de Biologia do ENEM 2025 em propostas de Ensino de Ciências por Investigação. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, documental e propositiva, tendo como corpus questões de Biologia presentes na prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM 2025. A análise foi orientada pelos eixos e indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho, bem como pelos graus de liberdade intelectual discutidos por Carvalho no campo do Ensino por Investigação. Inicialmente, as questões foram categorizadas conforme os conceitos biológicos mobilizados, os indicadores possíveis de Alfabetização Científica e seu potencial investigativo. A partir dessa análise, foram selecionadas as questões 93, 103, 104, 117 e 123, por apresentarem maior articulação entre conceitos científicos, contexto social, ambiental ou tecnológico e possibilidade de mobilizar hipóteses, explicações, justificativas e argumentação. Em seguida, essas questões foram transformadas em proposições didáticas organizadas nos graus 3, 4 e 5 de liberdade intelectual, evidenciando a retirada progressiva de orientação docente e a ampliação da autonomia dos estudantes. Conclui-se que questões fechadas do ENEM, embora não sejam investigativas por si mesmas, podem ser criticamente apropriadas como disparadoras de atividades investigativas no ensino de Biologia.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Ensino por Investigação; Alfabetização Científica; ENEM; Biologia.

ABSTRACT

This study aims to discuss possibilities for reinterpreting closed-ended Biology questions from the 2025 Brazilian National High School Exam (ENEM) into proposals for Inquiry-Based Science Teaching. The research is qualitative, documentary, and propositional, using Biology questions from the Natural Sciences and Technologies section of the 2025 ENEM as its corpus. The analysis was guided by the axes and indicators of Scientific Literacy proposed by Sasseron and Carvalho, as well as by the degrees of intellectual freedom discussed by Carvalho in the field of inquiry-based teaching. First, the questions were categorized according to the biological concepts involved, the possible indicators of Scientific Literacy, and their investigative potential. Based on this analysis, questions 93, 103, 104, 117, and 123 were selected because they showed greater articulation among scientific concepts, social, environmental, or technological contexts, and the possibility of mobilizing hypotheses, explanations, justifications, and argumentation. These questions were then transformed into didactic proposals organized according to degrees 3, 4, and 5 of intellectual freedom, highlighting the progressive reduction of teacher guidance and the expansion of students' autonomy. The study concludes that closed-ended ENEM questions, although not investigative in themselves, can be critically appropriated as triggers for inquiry-based activities in Biology teaching.

Keywords: Science Teaching; Inquiry-Based Teaching; Scientific Literacy; ENEM; Biology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Questão 93 do ENEM 2025	33
Figura 2 – Questão 103 do ENEM 2025	35
Figura 3 – Questão 104 do ENEM 2025	37
Figura 4 – Questão 117 do ENEM 2025	39
Figura 5 – Questão 123 do ENEM 2025	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Códigos e critérios utilizados na categorização das questões de Biologia do ENEM 2025	28
Quadro 2 – Categorização das questões de Biologia do ENEM 2025 segundo os parâmetros de Alfabetização Científica	30
Quadro 3 – Proposição investigativa elaborada a partir da questão 93	33
Quadro 4 – Proposição investigativa elaborada a partir da questão 103	35
Quadro 5 – Proposição investigativa elaborada a partir da questão 104	37
Quadro 6 – Proposição investigativa elaborada a partir da questão 117	39
Quadro 7 – Proposição investigativa elaborada a partir da questão 123	41

LISTA DE SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

BNCC Base Nacional Comum Curricular

CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CTSA Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

ENEM Exame Nacional do Ensino Médio

INEP Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LaPEF Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física

MEC Ministério da Educação

UFLA Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 Alfabetização Científica e cultura científica escolar	19
2.2 Ensino por Investigação e Argumentação em aulas de Ciências.....	21
2.3 Graus de liberdade intelectual e planejamento de atividades investigativas	23
2.4 Questões fechadas como disparadoras de sequências investigativas	24
3 METODOLOGIA.....	24
3.1 Procedimentos de análise e categorização das questões.....	24
4 RESULTADOS	27
4.1 Categorização e seleção das questões.....	27
4.2 Transformação das questões em atividades investigativas.....	29
4.2.1 Questão sobre biodigestão e sustentabilidade	30
4.2.2 Questão sobre vacinação e imunização	32
4.2.3 Questão sobre espécie exótica e Cerrado	34
4.2.4 Questão sobre cangas, adaptação e conservação	36
4.2.5 Questão sobre ácido úsnico e esquistossomose.....	38
5 DISCUSSÃO	40
6 CONCLUSÃO.....	43
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A escola pública brasileira constitui-se historicamente como espaço de formação humana, socialização do conhecimento sistematizado e disputa entre diferentes projetos de sociedade. A educação escolar não é neutra, pois expressa, em sua organização curricular, em suas práticas pedagógicas e em seus mecanismos de avaliação, concepções distintas sobre o tipo de sujeito que se pretende formar e sobre sua função social (SAVIANI, 2011; LIBÂNEO, 2013). Devido a isso, pode ser compreendida como uma instituição atravessada por tensões: por um lado, é pressionada por demandas imediatas de adaptação ao mercado, às avaliações externas e aos processos seletivos; por outro, conserva a possibilidade de garantir aos estudantes o acesso aos conhecimentos científicos, artísticos e filosóficos produzidos historicamente pela humanidade (SAVIANI, 2011; LIBÂNEO, 2013; DUARTE, 2016).

É nesse campo de disputas que o ensino de Ciências, e especialmente o ensino de Biologia no ensino médio, precisa ser analisado. A Biologia, enquanto componente das Ciências da Natureza, não pode ser reduzida à memorização de conceitos, nomes de estruturas, ciclos ou classificações, pois seus conteúdos permitem compreender problemas fundamentais da vida social (CHASSOT, 2003; SASSERON, 2015).

A perspectiva assumida neste trabalho aproxima-se da pedagogia histórico-crítica e da pedagogia crítico-social dos conteúdos, ao compreender que a educação escolar deve tomar a prática social como ponto de partida e de chegada do processo educativo (SAVIANI, 2011; LIBÂNEO, 2013). Isso significa reconhecer que o estudante chega à escola inserido em determinadas condições materiais, culturais e sociais, mas que a função do ensino não é confirmar sua experiência imediata; ao contrário, cabe à escola mediar a passagem de uma compreensão inicial e fragmentada da realidade para uma compreensão mais elaborada, sistemática e crítica. Nessa direção, o ensino de Ciências deve possibilitar a apropriação dos conceitos científicos sem dissociá-los das situações concretas que os tornam socialmente relevantes.

Embora os exames de larga escala, como o ENEM, possam produzir indicadores relevantes sobre determinados aspectos da aprendizagem, tais instrumentos devem ser analisados criticamente, pois podem funcionar como mecanismos de regulação dos sistemas de ensino e induzir concepções restritas de qualidade educacional, currículo e aprendizagem (AFONSO, 2009; FREITAS, 2012).

Apesar dos limites desses exames, o Estado tem buscado fomentar outras abordagens. O Programa Ciência na Escola, instituído pelo Decreto nº 10.151/2019, expressou oficialmente a preocupação do Estado brasileiro com o aprimoramento do ensino de Ciências na educação básica, estabelecendo entre seus objetivos a promoção do ensino por investigação, a qualificação de professores e o estímulo ao interesse dos estudantes pelas carreiras científicas (BRASIL, 2019). Posteriormente, o Programa Mais Ciência na Escola, instituído pelo Decreto nº 12.049/2024, ampliou essa agenda ao prever ações relacionadas à experimentação científica, tecnologias digitais, laboratórios maker, clubes de ciência, comunidades de prática e formação de professores (BRASIL, 2024). No mesmo movimento, o curso “Ciência é 10!” insere-se como política de formação continuada voltada a professores de Ciências, tendo como eixo metodológico o Ensino por Investigação. Tais iniciativas evidenciam investimento estatal na capacitação docente para práticas que superem o ensino meramente transmissivo e favoreçam a problematização, a elaboração de hipóteses, a análise de evidências e a argumentação (BRASIL, 2018).

A existência desses programas, contudo, revela uma contradição importante. De um lado, o próprio Estado financia e promove iniciativas de formação continuada voltadas ao ensino investigativo, à experimentação e à Alfabetização Científica; de outro, o principal exame nacional que organiza o acesso ao ensino superior opera por meio de uma lógica avaliativa objetiva, padronizada e fechada. O ENEM, por sua relevância social e institucional, influencia fortemente a organização do ensino médio, a seleção de conteúdos, a elaboração de materiais didáticos, o planejamento docente e as expectativas de estudantes e famílias. A materialidade da prática escolar (SACRISTÁN, 2000; APPLE, 2006) mostra que o exame atua como mecanismo regulador do currículo real, especialmente no ensino médio. Essa influência não ocorre apenas por determinação formal, mas pela pressão concreta exercida pelo acesso ao ensino superior em uma sociedade marcada por desigualdades educacionais e sociais. Assim, há uma tensão entre a formação docente proposta em políticas públicas de caráter investigativo e a forma como o exame tende a orientar práticas escolares centradas na resolução de itens de resposta única.

Essa tensão precisa ser compreendida também à luz das reformas recentes do ensino médio e da Base Nacional Comum Curricular. A BNCC incorpora competências relacionadas à investigação, à análise crítica, à argumentação, à formulação de hipóteses, à resolução de problemas e ao uso social do conhecimento (BRASIL, 2018). Tais elementos podem favorecer propostas pedagógicas mais contextualizadas e articuladas à Alfabetização Científica.

Entretanto, a implementação da BNCC e da reforma do ensino médio também tem sido objeto de críticas, sobretudo no que se refere à flexibilização curricular, à redução do espaço da formação geral comum, à desigualdade na oferta dos itinerários formativos e ao risco de aprofundamento das diferenças entre redes públicas e privadas (FRIGOTTO, 2016; KUENZER, 2017). Desse modo, tais políticas não devem ser compreendidas de maneira simplista, como avanço ou retrocesso absoluto. Em uma perspectiva crítica, importa reconhecer suas contradições e disputar pedagogicamente seus sentidos. Se a BNCC valoriza a investigação e a argumentação, cabe ao professor apropriar-se desses elementos para fortalecer o acesso ao conhecimento científico, sem submeter o ensino à lógica fragmentada e utilitarista que pode acompanhar determinadas interpretações da reforma.

O Ensino de Ciências por Investigação é relevante por articular conhecimento sistematizado e prática social. Sasseron (2015) integra a Alfabetização Científica, o Ensino por Investigação e a Argumentação como dimensões de uma cultura científica escolar, engajando o aluno em práticas que vão da problematização à construção de argumentos. Para a autora, a investigação não é uma metodologia restrita a experimentos, mas uma abordagem didática aplicável a várias estratégias, desde que os estudantes resolvam problemas e construam explicações. Assim, investigar em sala de aula não significa abandonar o conteúdo, mas criar condições para a apropriação ativa dos conceitos científicos.

No entanto, as questões do ENEM são estruturalmente fechadas, pois é um exame que precisa garantir padronização, comparabilidade e correção objetiva. Por esse motivo, o que se propõe é uma operação didática: partir de questões fechadas de Biologia do ENEM 2025 e investigar quais delas apresentam maior potencial para serem transformadas em propostas de Ensino por Investigação. Dessa forma, o item deixa de ser utilizado apenas como exercício de treinamento para o exame e passa a funcionar como disparador de problemas investigativos.

Este trabalho utiliza os eixos e indicadores de Alfabetização Científica de Sasseron (2015) para orientar essa seleção. Os eixos abordam conceitos científicos, a natureza da ciência e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Já os indicadores englobam ações como organização de informações, testes de hipóteses, justificativas e raciocínio lógico. Esses parâmetros guiam a escolha de questões com potencial investigativo e discursivo, que ressignificadas, por seu contexto ou dados, deslocam o foco da resposta correta para o processo de construção do conhecimento.

Além dos eixos e indicadores de Alfabetização Científica, a elaboração das atividades investigativas terá como referência os graus de liberdade intelectual discutidos por Carvalho (2013) no campo do Ensino de Ciências por Investigação. Esses graus permitem compreender

em que medida o professor e os estudantes assumem diferentes responsabilidades no desenvolvimento da atividade, considerando aspectos como a definição do problema, a formulação de hipóteses, a construção do plano de trabalho, a obtenção de dados e a elaboração das conclusões (CARVALHO, 2013). Assim, as propostas didáticas elaboradas a partir das questões buscam ampliar progressivamente a participação dos estudantes no processo investigativo.

A influência do ENEM sobre o ensino médio, não deve ser ignorada nem aceita de modo acrítico. Reconhecer essa influência não significa submeter a educação escolar à preparação para o exame; significa disputar pedagogicamente seu uso, apropriando-se criticamente de seus itens para transformá-los em situações de aprendizagem mais investigativas, argumentativas e vinculadas à prática social. Nesse sentido, este artigo tem como objetivo discutir possibilidades de adaptação de questões fechadas de Biologia do ENEM 2025 em propostas de Ensino de Ciências por Investigação. Busca-se, com isso, contribuir para um ensino de Biologia que dialogue com a realidade escolar concreta, mas que não renuncie à finalidade maior da educação: a apropriação crítica do conhecimento e a formação de sujeitos capazes de compreender e intervir conscientemente na realidade.

Como motivação e contextualização para essa problemática, a compreensão de educação adotada neste trabalho parte da concepção de que a escola é uma instituição social inserida em uma realidade histórica concreta, palco de disputas políticas, econômicas e culturais que influenciam tanto os conteúdos ensinados quanto as formas de organização do trabalho pedagógico e, por isso como atividade humana intencionalmente organizada para possibilitar às novas gerações a apropriação dos conhecimentos historicamente produzidos pela humanidade. Saviani (2011), defende que o papel da escola é garantir o acesso ao conhecimento, justamente porque ele não é adquirido de forma espontânea no cotidiano. Libâneo (2013), no campo da pedagogia crítico-social dos conteúdos, também afirma que a democratização da escola pública exige a valorização dos conteúdos escolares, como instrumentos para a compreensão crítica da realidade.

Essa concepção se distancia tanto de perspectivas tecnicistas, que reduzem a escola à preparação para demandas imediatas do mercado ou para o desempenho em avaliações, quanto de propostas espontaneístas que desvalorizam o ensino sistemático dos conhecimentos científicos. Para Saviani (2011), a prática educativa deve partir da prática social inicial dos estudantes, passar pela problematização, instrumentalização e catarse, e retornar à prática social em um nível mais elaborado. Desse modo, o conhecimento escolar não é um fim em si mesmo,

mas uma mediação necessária para que os estudantes compreendam de modo mais profundo a realidade em que vivem.

Duarte (2016), ao discutir a educação escolar em uma perspectiva histórico-crítica, ressalta que o acesso ao conhecimento sistematizado é condição para o desenvolvimento das capacidades humanas superiores e para a superação de interpretações imediatas e fragmentadas da realidade. Essa afirmação é importante porque impede que o ensino de Ciências seja reduzido a atividades motivacionais ou a práticas experimentais isoladas. Ensinar Ciências criticamente não significa abandonar os conceitos científicos em nome de temas cotidianos, mas articular os conceitos aos problemas reais, de forma que os estudantes possam compreender a estrutura dos fenômenos e não apenas reconhecer exemplos superficiais.

A escola está inserida em uma sociedade marcada por desigualdades de classe, diferenças de acesso aos bens culturais e disputas em torno do currículo. Por isso, reconhecer que o ENEM influencia a organização do ensino médio não significa aceitar que a escola deva se limitar à preparação para esse exame. Significa, antes, compreender a materialidade da prática escolar para disputar pedagogicamente seus sentidos (SAVIANI, 2011; LIBÂNEO, 2013; DUARTE, 2016; SACRISTÁN, 2000; AFONSO, 2009; FREITAS, 2012).

A questão central é como utilizar criticamente os instrumentos disponíveis no cotidiano escolar, inclusive aqueles produzidos por avaliações externas, sem subordinar a finalidade da educação a eles (SAVIANI, 2011; AFONSO, 2009; FREITAS, 2012). Nesse sentido, questões fechadas podem ser tomadas como materiais didáticos possíveis, mas não como modelo suficiente de aprendizagem científica. Sua apropriação pedagógica exige mediação docente, problematização e reorganização didática. Quando uma questão fechada de Biologia é transformada em uma situação investigativa, o professor desloca seu uso: ela deixa de funcionar apenas como item de treinamento para resposta correta e passa a atuar como ponto de partida para a elaboração de hipóteses, análise de dados, argumentação e compreensão mais ampla do fenômeno biológico em estudo (MUNFORD; LIMA, 2007; CARVALHO, 2013; SASSERON, 2015).

O currículo escolar não corresponde apenas ao conjunto de documentos oficiais que prescrevem conteúdos e competências. Sacristán (2000) compreende o currículo como uma construção social que passa por diferentes níveis de elaboração: currículo prescrito, currículo apresentado aos professores, currículo moldado pelos docentes, currículo em ação e currículo avaliado. Essa distinção é fundamental para este trabalho, pois permite compreender que a prática escolar efetiva não é determinada exclusivamente pela BNCC ou pelos documentos das redes de ensino, mas também por materiais didáticos, condições de trabalho, avaliações

externas, expectativas das famílias, processos seletivos e pressões institucionais. Desse ponto de vista, o ENEM participa da constituição do currículo real do ensino médio, ainda que não seja, formalmente, um documento curricular.

No campo da avaliação educacional, Afonso (2009) discute que avaliações padronizadas podem produzir efeitos de controle sobre escolas, professores e estudantes, especialmente quando seus resultados são utilizados para orientar políticas, rankings, metas e mecanismos de responsabilização. Freitas (2012) também critica a centralidade das avaliações padronizadas no contexto das reformas educacionais contemporâneas, argumentando que elas tendem a estreitar o currículo, reduzir a complexidade do trabalho pedagógico e subordinar a escola a indicadores mensuráveis. Essa crítica é relevante porque permite problematizar o lugar da avaliação no ensino médio brasileiro: embora o exame não seja idêntico a avaliações de responsabilização escolar, sua força social e institucional contribui para organizar práticas pedagógicas em torno de sua lógica.

Apple (2006), ao analisar a relação entre currículo, poder e ideologia, argumenta que o conhecimento escolar é sempre resultado de seleções culturais. Aquilo que se ensina, aquilo que se avalia e aquilo que se considera conhecimento legítimo expressam relações de poder. Essa discussão contribui para compreender que avaliações em larga escala, não apenas medem aprendizagens, mas também influenciam quais conhecimentos ganham centralidade na escola. Quando determinado exame passa a orientar fortemente as práticas pedagógicas, ocorre uma reorganização do currículo em torno de conteúdos e habilidades considerados mais prováveis ou mais relevantes para aquela avaliação. No ensino médio, esse processo se intensifica porque o exame é uma das principais vias de acesso ao ensino superior e, portanto, adquire peso social decisivo na vida dos estudantes.

No caso específico do ENEM, é necessário reconhecer sua dupla natureza. Por um lado, o exame representou, uma tentativa de romper com vestibulares excessivamente conteudistas, ao propor questões contextualizadas e interdisciplinares (BRASIL, 2009). Por outro, sua estrutura permanece objetiva, com itens de múltipla escolha e uma única alternativa correta (AFONSO, 2009; FREITAS, 2012). Entretanto, não busca-se afirmar que o ENEM seja inadequado por possuir questões fechadas; mas apenas de reconhecer que esse formato tem limites pedagógicos quando tomado como modelo de ensino. A questão objetiva pode avaliar a seleção de uma resposta, mas não o processo investigativo do estudante, pois não permite observar, por exemplo, a construção de hipóteses, a justificativa das conclusões ou a argumentação.

As discussões sobre avaliações externas no ensino médio articulam-se às políticas curriculares recentes, especialmente à reforma do ensino médio e à BNCC. A Lei nº 13.415/2017 reorganizou essa etapa de ensino, enquanto a BNCC incorporou competências associadas à investigação, à análise crítica, à argumentação, à formulação de hipóteses e à resolução de problemas (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018). No entanto, sua organização por competências e habilidades pode favorecer uma concepção pragmática de formação, mais voltada à adaptação dos estudantes a demandas avaliativas e produtivas do que à apropriação ampla dos conhecimentos científicos, históricos e culturais (DUARTE, 2016; SAVIANI, 2011).

Essa tensão se intensifica quando a flexibilização curricular ocorre em um sistema educacional desigual. Frigotto (2016) e Kuenzer (2017) alertam que a reforma do ensino médio pode aprofundar diferenças entre estudantes das redes públicas e privadas, sobretudo quando reduz o espaço da formação geral comum e amplia desigualdades na oferta dos itinerários formativos. Assim, a presença de termos como investigação e argumentação nos documentos oficiais não garante, por si só, práticas comprometidas com a Alfabetização Científica e com a formação crítica dos estudantes.

Metodologicamente, este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, documental e propositiva (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009). O corpus de análise será constituído por questões de Biologia presentes na prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM 2025. Inicialmente, serão identificadas as questões relacionadas aos conteúdos biológicos; em seguida, serão selecionadas aquelas com maior potencial de adaptação didática. Posteriormente, as questões selecionadas serão ressignificadas em propostas de Ensino de Ciências por Investigação, utilizando os graus de liberdade intelectual discutidos por Carvalho (2013) como critério para ampliar a participação dos estudantes. O texto está organizado em seções: inicialmente, apresenta-se a fundamentação teórica sobre educação escolar, currículo, avaliações externas, Alfabetização Científica e Ensino por Investigação; em seguida, descrevem-se os procedimentos metodológicos; posteriormente, realiza-se a análise e seleção das questões de Biologia do ENEM 2025; por fim, são apresentadas propostas investigativas elaboradas a partir dos itens selecionados, seguidas da discussão e das considerações finais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Alfabetização Científica e cultura científica escolar

A Alfabetização Científica constitui uma das principais referências contemporâneas para pensar as finalidades do ensino de Ciências. Hurd (1998) defende que a alfabetização científica está relacionada à capacidade de compreender e utilizar conhecimentos científicos em uma sociedade marcada por mudanças tecnológicas e científicas constantes. Bybee (1997) propõe diferentes níveis de alfabetização científica, que vão desde o reconhecimento nominal de termos científicos até formas mais elaboradas de compreensão conceitual, procedimental e multidimensional. Fourez (1994) associa a alfabetização científica e tecnológica à formação de sujeitos capazes de compreender situações complexas, tomar decisões e participar socialmente de debates que envolvem ciência e tecnologia. No Brasil, Chassot (2003) afirma que ser alfabetizado cientificamente implica saber ler a linguagem em que está escrita a natureza, compreendendo a ciência como forma de interpretação do mundo.

Sasseron e Carvalho (2008) e Sasseron (2015) ampliam essa discussão ao relacionar Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação. Para Sasseron (2015), a Alfabetização Científica não se reduz ao domínio de conceitos científicos, embora estes sejam indispensáveis. Ela envolve também a compreensão da natureza da ciência, das práticas de produção do conhecimento científico e das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Essa compreensão é especialmente importante para o ensino de Biologia, pois os conteúdos biológicos estão presentes em debates sociais de grande relevância, como vacinação, epidemias, alimentação, transgênicos, biodiversidade, mudanças climáticas, conservação ambiental, reprodução humana, genética e saúde coletiva. Ensinar Biologia em uma perspectiva de Alfabetização Científica significa permitir que os estudantes compreendam tais temas com base em conceitos científicos, mas também reconheçam suas implicações sociais, éticas, políticas e ambientais.

Sasseron (2015) organiza a Alfabetização Científica em três eixos estruturantes. O primeiro refere-se à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais. Esse eixo evidencia que não há alfabetização científica sem apropriação conceitual. O segundo diz respeito à compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática, incluindo a percepção de que o conhecimento científico é produzido historicamente, por meio de métodos, debates, controvérsias, evidências e validações. O terceiro eixo envolve o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e

ambiente, destacando que o conhecimento científico não se desenvolve isoladamente, mas em interação com demandas sociais, interesses econômicos, decisões políticas e impactos ambientais. Esses três eixos oferecem uma base consistente para selecionar questões do ENEM com maior potencial de adaptação investigativa, pois permitem avaliar se o item mobiliza apenas um conceito isolado ou se pode sustentar discussões mais amplas sobre ciência e sociedade.

Além dos eixos estruturantes, Sasseron e Carvalho (2008) propõem indicadores de Alfabetização Científica que permitem observar processos de construção do conhecimento em sala de aula. Entre esses indicadores estão a seriação, organização e classificação de informações; o levantamento e teste de hipóteses; a construção de explicações; a elaboração de justificativas; a realização de previsões; e o uso de raciocínio lógico e proporcional. Esses indicadores são relevantes porque deslocam a atenção do produto final para os processos intelectuais desenvolvidos pelos estudantes. Em uma questão fechada do ENEM, o estudante escolhe uma alternativa; em uma atividade investigativa, por outro lado, ele pode organizar dados, formular hipóteses, justificar suas escolhas e argumentar com base em evidências.

Outro conceito importante em Sasseron (2015) é o de cultura científica escolar. A autora argumenta que a escola é um espaço em que culturas são apresentadas, produzidas e negociadas. E, que a cultura científica escolar não é a transposição da cultura científica acadêmica para a sala de aula, mas uma híbrida, construída no encontro entre práticas escolares e práticas próprias da ciência. Essa noção evita dois equívocos: o primeiro seria imaginar que a escola deve reproduzir fielmente o trabalho dos cientistas; o segundo seria reduzir a ciência escolar a definições prontas e atividades descontextualizadas. A cultura científica escolar envolve a apropriação de elementos do fazer científico, como problematização, busca de evidências, construção de explicações, argumentação e comunicação, articulados às finalidades educativas da escola básica.

Essa perspectiva fundamenta a proposta deste trabalho pois ressignifica o uso de questões do ENEM, afastando-as da reprodução e memorização. Amparada na cultura científica escolar, a questão objetiva é reposicionada como um problema de partida: seu contexto e seus dados tornam-se subsídios para que os estudantes analisem evidências, debatam alternativas e construam explicações de forma ativa.

2.2 Ensino por Investigação e Argumentação em aulas de Ciências

O Ensino por Investigação tem sido defendido na literatura da área como uma abordagem capaz de aproximar os estudantes de práticas próprias da construção do conhecimento científico. Munford e Lima (2007) alertam, entretanto, que ensinar Ciências por investigação não significa simplesmente realizar experimentos ou propor atividades “mão na massa”. Uma prática experimental pode ser profundamente diretiva se o professor define o problema, fornece o roteiro, antecipa os resultados e limita a participação do estudante à execução de procedimentos. Da mesma forma, uma atividade sem laboratório pode ser investigativa se mobiliza problemas, hipóteses, análise de informações, argumentação e construção de explicações. Essa distinção é central para evitar uma compreensão superficial do ensino investigativo.

Carvalho (2013) também defende que o ensino por investigação deve ser compreendido como uma abordagem didática em que os estudantes são colocados diante de problemas capazes de mobilizar ações intelectuais. O problema tem papel estruturante, pois é ele que desencadeia a necessidade de pensar, levantar hipóteses, discutir possibilidades, testar ideias e construir explicações. Um bom problema, segundo Carvalho (2013), deve permitir que os estudantes relacionem o que aprendem ao mundo em que vivem, mobilizem conhecimentos espontâneos como hipóteses e avancem de ações manipulativas para ações intelectuais, como raciocínio, explicação e argumentação. Isso é relevante para o ensino de Biologia, cujos conteúdos frequentemente aparecem associados a situações sociais.

A argumentação é parte constitutiva desse processo. Driver, Newton e Osborne (2000) defendem que a ciência deve ser compreendida como prática argumentativa, na qual explicações são construídas, justificadas e avaliadas com base em evidências. Duschl e Osborne (2002) também afirmam que o ensino de Ciências precisa criar condições para que os estudantes participem de discursos argumentativos, avaliando dados, justificando conclusões e considerando explicações alternativas. Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008) destacam que argumentar em Ciências não é apenas expressar opinião, mas construir afirmações sustentadas por dados e justificativas, articulando conhecimento conceitual e práticas epistêmicas. Desse modo, a argumentação permite que os estudantes se aproximem de formas de pensar próprias da ciência, sem que a escola pretenda transformá-los em cientistas profissionais.

Sasseron (2015) articula essa discussão ao afirmar que Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação são dimensões relacionadas. A investigação cria situações em que os estudantes precisam lidar com problemas; a argumentação permite que eles

explicitem, discutam e justifiquem suas ideias; e a Alfabetização Científica se desenvolve na medida em que conceitos, práticas científicas e relações sociais da ciência são mobilizados. Essa articulação é fundamental para a adaptação de questões do ENEM. O item fechado, isoladamente, exige a escolha de uma alternativa. Mas, quando transformado em proposta investigativa, pode exigir que os estudantes discutam dados, proponham explicações, comparem hipóteses, analisem evidências e argumentem coletivamente. A aprendizagem deixa de ser centrada apenas na resposta e passa a incluir o processo de construção dessa resposta.

É importante ressaltar que o Ensino por Investigação não elimina a necessidade de sistematização conceitual. Pelo contrário, exige forte mediação do professor, pois ele seleciona problemas, organiza materiais, orienta discussões, intervém quando necessário, ajuda a explicitar relações conceituais e promove a sistematização do conhecimento. Carvalho (2013) e Sasseron (2015) destacam que o docente exerce papel epistêmico ao conduzir os estudantes na construção de explicações mais elaboradas. Assim, a investigação não deve ser confundida com liberdade absoluta ou descoberta espontânea. Trata-se de uma prática intencionalmente planejada, em que a autonomia dos estudantes é ampliada sem que se perca a direção pedagógica.

2.3 Graus de liberdade intelectual e planejamento de atividades investigativas

Os graus de liberdade intelectual constituem uma referência importante para o planejamento de atividades investigativas. Carvalho (2013) apresenta os graus de liberdade como forma de compreender a distribuição de responsabilidades entre professor e estudantes em uma atividade de investigação. Essa distribuição envolve diferentes dimensões: quem propõe o problema, quem formula as hipóteses, quem define o plano de trabalho, quem realiza a obtenção dos dados e quem elabora as conclusões. Quanto mais essas decisões ficam concentradas no professor, menor é o grau de liberdade intelectual dos estudantes; quanto maior a participação discente nessas etapas, maior é o caráter investigativo da atividade.

Essa referência é essencial para este trabalho, porque as questões da avaliação não possuem alto grau de liberdade intelectual, ao apresentarem o problema delimitado, os dados selecionados, as alternativas previamente formuladas e a resposta correta definida. Portanto, o ponto de partida é o reconhecimento de que elas são fechadas por natureza avaliativa. No entanto, os graus de liberdade intelectual podem orientar a transformação didática dessas questões. Ao adaptar um item do exame para sala de aula, o professor pode ampliar a

participação dos estudantes na formulação de hipóteses, na discussão de procedimentos, na análise de dados e na elaboração de conclusões.

Em termos didáticos, essa transformação pode ocorrer de diferentes formas. Uma questão fechada sobre ecologia pode ser convertida em investigação sobre impactos ambientais locais; uma questão sobre genética pode originar discussão sobre hereditariedade, variabilidade e uso social de informações genéticas; uma questão sobre saúde pública pode gerar análise de dados epidemiológicos, vacinação, saneamento ou prevenção de doenças; uma questão sobre biotecnologia pode desencadear debate sobre produção de alimentos, transgênicos, bioética ou desigualdade no acesso a tecnologias. Em todos esses casos, o professor desloca o foco da alternativa correta para o processo de investigação.

Os graus de liberdade intelectual permitem ainda evitar dois extremos. O primeiro seria manter a atividade excessivamente fechada, apenas acrescentando uma discussão breve antes da resolução da questão. Nesse caso, a prática continuaria centrada no professor e no resultado esperado. O segundo seria propor uma abertura sem mediação, deixando os estudantes sem condições conceituais e metodológicas para avançar. O planejamento investigativo precisa equilibrar orientação docente e autonomia discente. Em turmas do ensino médio, especialmente em escolas públicas com diferentes níveis de aprendizagem, pode ser necessário iniciar com graus intermediários de liberdade, nos quais o professor apresenta o problema e fornece alguns recursos, mas permite que os estudantes formulem hipóteses, discutam estratégias e construam explicações. Dessa forma, a liberdade intelectual é compreendida como construção progressiva, não como ausência de orientação (CARVALHO, 2013).

Essa abordagem dialoga com a perspectiva histórico-crítica ao preservar a intencionalidade do ensino e a centralidade do conhecimento científico. A investigação não substitui a apropriação do conhecimento; ela organiza uma forma de mediação em que os conceitos científicos são necessários para compreender e resolver problemas. O estudante não investiga a partir de opiniões espontâneas, mas é conduzido a mobilizar conhecimentos sistematizados (SAVIANI, 2011; DUARTE, 2016; LIBÂNEO, 2013). Desse modo, os graus de liberdade intelectual contribuem para planejar atividades que ampliem a participação discente sem enfraquecer o papel do professor e sem relativizar a importância do conteúdo (CARVALHO, 2013).

2.4 Questões fechadas como disparadoras de sequências investigativas

A proposta de utilizar uma questões fechadas como disparadoras de sequências investigativas pode ser produtiva porque muitos itens do ENEM apresentam contextos sociais, dados, gráficos, imagens, situações-problema e temas científicos relevantes. Esses elementos podem ser apropriados para iniciar atividades investigativas: parte-se da temática da questão, exploram-se os dados, problematizam-se as alternativas, amplia-se o contexto e formulam-se novas perguntas. Assim, a questão deixa de ser ponto de chegada e torna-se ponto de partida.

Essa operação exige critérios de seleção. Nem toda questão terá o mesmo potencial para ser transformada em atividade investigativa. Algumas são estritamente conceituais ou dependem apenas da identificação de uma informação específica. Outras, porém, envolvem problemas ambientais, dados experimentais, relações entre saúde e sociedade, processos ecológicos, aplicações tecnológicas ou dilemas sociocientíficos. São essas questões que tendem a apresentar maior potencial didático para adaptação. Os eixos e indicadores de Alfabetização Científica de Sasseron oferecem critérios para essa escolha. As questões que permitem mobilizar conceitos científicos, discutir a natureza da ciência, relacionar ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e promover levantamento de hipóteses, explicações e justificativas serão priorizadas.

A discussão sobre temas sociocientíficos contribui para este trabalho na medida em que muitos conteúdos de Biologia presentes no ENEM envolvem problemas socialmente relevantes, como vacinação, uso de agrotóxicos, transgênicos, doenças negligenciadas, conservação da biodiversidade, impactos ambientais e tecnologias reprodutivas. Esses temas podem favorecer a articulação entre conceitos científicos, relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, além de práticas de investigação e argumentação em sala de aula, segundo proposta deste trabalho.

A adaptação das questões também deve considerar a realidade da escola pública. Propostas investigativas não podem depender exclusivamente de laboratórios sofisticados, equipamentos caros ou condições ideais inexistentes em muitas escolas. Sasseron (2015) e Carvalho (2013) permitem compreender que o ensino por investigação não se limita ao laboratório. Atividades com análise de dados, leitura de textos científicos, levantamento de informações locais, observação do ambiente, construção de tabelas, debate orientado e produção de explicações também podem ter caráter investigativo, desde que estejam organizadas em torno de um problema e mobilizem a participação intelectual dos estudantes.

Essa compreensão é decisiva para que a proposta não se torne distante das condições concretas do trabalho docente.

Por fim, a transformação de questões fechadas em atividades investigativas também representa uma forma de disputar o sentido pedagógico do ENEM. Em vez de aceitar que a influência do exame conduza apenas ao treino de respostas, o professor pode utilizar essa influência a favor de uma prática mais crítica (AFONSO, 2009; FREITAS, 2012).

3 METODOLOGIA

3.1 Procedimentos de análise e categorização das questões

A análise das questões foi realizada a partir do caderno verde do Exame de 2025, aplicação regular, nas questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que ocorreram no segundo dia de provas. O processo de categorização foi organizado a partir de perguntas orientadoras. A primeira pergunta foi: “A questão pertence ao campo da Biologia?”, esse critério permitiu delimitar o corpus de análise, selecionando apenas os itens cujo conteúdo central envolvia conceitos biológicos. Após esta etapa, foram selecionadas 15 questões, entretanto, uma das questões foi anulada pelo Inep, sendo esta excluída também do presente trabalho.

Após a identificação das questões de Biologia, realizou-se uma leitura analítica de cada item, tomando como referência os eixos estruturantes e os indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008) e Sasseron (2015). Buscou-se identificar quais itens apresentavam maior potencial para serem ressignificados ao Ensino por Investigação.

Para auxiliar a categorização dos itens, foi feita a segunda pergunta: “Que elementos o enunciado oferece para além da alternativa correta?”, nessa etapa, foram observados o enunciado, as imagens, os esquemas, as tabelas, os dados apresentados, o contexto da situação-problema e o conteúdo biológico predominante. Essa leitura permitiu diferenciar questões que apenas exigiam reconhecimento conceitual daquelas que apresentavam elementos mais ricos para discussão, como dados interpretáveis, processos científicos, problemas ambientais, situações de saúde ou aplicações tecnológicas.

A terceira pergunta foi: “Quais dimensões da Alfabetização Científica aparecem ou podem ser mobilizadas pela questão?”. Para respondê-la, foram utilizados os três eixos estruturantes apresentados por Sasseron (2015). O primeiro eixo refere-se à compreensão básica

de termos e conceitos científicos; o segundo, à compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática; e o terceiro, ao entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. Esses eixos foram usados como critérios de leitura para verificar se a questão mobilizava apenas conceitos ou se também permitia discutir práticas científicas, produção de conhecimento, tecnologias, saúde, ambiente e implicações sociais da ciência.

A quarta pergunta foi: “Que ações intelectuais os estudantes poderiam desenvolver a partir dessa questão caso ela fosse transformada em atividade investigativa?”. Para essa etapa, foram considerados os indicadores de Alfabetização Científica discutidos por Sasseron e Carvalho (2008) e Sasseron (2015). Esses indicadores envolvem o trabalho com informações e dados, por meio da organização, seriação e classificação; o levantamento e teste de hipóteses; a construção de explicações; a elaboração de justificativas; a realização de previsões; e o uso de raciocínio lógico e proporcional em situações de investigação e comunicação de ideias. Nesta pesquisa, tais indicadores não foram tratados como ações já realizadas pelos estudantes durante a resolução da prova, mas como possibilidades pedagógicas que poderiam ser mobilizadas em uma atividade derivada da questão.

A quinta pergunta foi: “A questão oferece matéria-prima suficiente para ser transformada em situação investigativa?”. A partir dessa pergunta, classificou-se qualitativamente o potencial investigativo dos itens em baixo, médio ou alto. Foram consideradas de baixo potencial as questões predominantemente conceituais, cuja resolução dependia sobretudo de associação direta entre conteúdo e alternativa correta. Foram consideradas de médio potencial as questões que, embora ainda centradas em conceitos, apresentavam algum contexto que permitiria ampliação didática. Já as questões de alto potencial foram aquelas que articularam conceito biológico, dados ou contexto significativo, problema social, ambiental, tecnológico ou sanitário e possibilidade de mobilizar hipóteses, explicações, justificativas e argumentação.

A sexta pergunta foi: “Quais itens permitem maior articulação entre conceitos biológicos, problemas reais e indicadores de Alfabetização Científica?”. Essa etapa orientou a seleção das questões mais promissoras para a parte propositiva do trabalho. Foram priorizados os itens que poderiam deslocar a atividade do estudante da simples escolha da resposta correta para processos de análise, problematização, interpretação de dados, elaboração de hipóteses, construção de explicações e argumentação. Assim, o critério central de seleção não foi apenas o tema biológico abordado, mas a capacidade do item de sustentar uma sequência didática investigativa.

Por fim, formulou-se a sétima pergunta: “Como a questão fechada poderá ser ressignificada em uma proposta investigativa?”. Essa etapa estabeleceu a passagem da análise para a elaboração das propostas didáticas. As questões selecionadas passaram a ser compreendidas como pontos de partida para situações de Ensino de Ciências por Investigação, nas quais o professor poderá ampliar o contexto do item, propor problemas investigativos, organizar análise de dados, estimular hipóteses e promover a construção argumentativa de explicações. Nessa etapa posterior, os graus de liberdade intelectual discutidos por Carvalho (2013) serão utilizados como referência para planejar o nível de participação dos estudantes na formulação do problema, na construção do plano de trabalho, na análise das informações e na elaboração das conclusões.

Dessa forma, a categorização das questões foi realizada em dois movimentos. Primeiro, os eixos de Alfabetização Científica permitiram identificar quais dimensões formativas estavam presentes ou poderiam ser mobilizadas em cada item. Segundo, os indicadores permitiram avaliar que processos intelectuais poderiam ser desenvolvidos pelos estudantes em uma atividade investigativa derivada da questão. Com isso, possibilitou-se selecionar as questões com maior potencial para superar o uso restrito do exame como treinamento e convertê-las em disparadores de atividades investigativas no ensino de Biologia.

Para tornar explícito o processo de leitura dos itens, foram definidos doze códigos de categorização. Três deles correspondem aos eixos estruturantes da Alfabetização Científica (E1, E2 e E3), seis correspondem aos indicadores de Alfabetização Científica mobilizáveis nas atividades investigativas (OI, H, EX, J, P e ARG) e três correspondem ao potencial investigativo atribuído a cada questão (PI_A, PI_M e PI_B). O Quadro 1 apresenta esses códigos, seus significados e o sentido adotado nesta pesquisa.

Quadro 1 – Códigos e critérios utilizados na categorização das questões de Biologia do ENEM 2025

Código	Significado	Sentido adotado neste trabalho
E1	Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais	Indica que a questão mobiliza conceitos próprios da Biologia, como imunização, decomposição, competição ecológica, adaptação, parasitoses, genética ou fisiologia.
E2	Compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática	Indica que a questão permite discutir produção de conhecimento científico, análise de evidências, experimentação, validação de dados, uso de tecnologias ou aplicação da ciência.
E3	Entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente	Indica que a questão permite relacionar o conhecimento biológico a problemas sociais, ambientais, tecnológicos ou de saúde pública.

OI	Organização/interpretação de informações	Indica que os estudantes podem organizar, comparar ou interpretar dados, tabelas, imagens, esquemas, gráficos ou informações do enunciado.
H	Levantamento de hipóteses	Indica que a questão pode gerar perguntas do tipo “por que isso ocorre?”, “o que aconteceria se...?” ou “qual fator pode explicar esse fenômeno?”.
EX	Construção de explicações	Indica que os estudantes podem elaborar explicações científicas para um fenômeno biológico, ecológico, fisiológico, genético ou sanitário.
J	Elaboração de justificativas	Indica que os estudantes podem justificar uma resposta, hipótese ou conclusão com base em conceitos científicos ou evidências apresentadas.
P	Realização de previsões	Indica que os estudantes podem prever consequências de determinado fenômeno, intervenção ou alteração ambiental, biológica ou social.
ARG	Argumentação	Indica que a questão pode favorecer a defesa de uma explicação, posição ou proposta com base em dados, evidências e conhecimentos científicos.
PI_B	Potencial investigativo baixo	A questão mobiliza principalmente reconhecimento conceitual ou associação direta, exigindo maior intervenção do professor para se tornar investigativa.
PI_M	Potencial investigativo médio	A questão apresenta conceitos relevantes e algum contexto, mas precisa de ampliação didática para gerar hipóteses, análise de dados ou argumentação.
PI_A	Potencial investigativo alto	A questão articula conceitos biológicos, contexto social, ambiental, tecnológico ou de saúde pública e permite mobilizar ações como análise de informações, hipóteses, explicações, justificativas e argumentação.

Fonte: elaboração própria, com base em Sasseron e Carvalho (2008), Sasseron (2015) e Carvalho (2013).

4 RESULTADOS

4.1 Categorização e seleção das questões

Nesta seção, apresentam-se os resultados da análise das questões de Biologia do ENEM 2025 e o produto propositivo elaborado a partir dessa categorização. Inicialmente, as questões foram organizadas conforme os códigos apresentados no Quadro 1, considerando os eixos estruturantes e os indicadores de Alfabetização Científica, bem como o potencial investigativo de cada item. Em seguida, foram selecionadas as questões que apresentaram maior articulação entre conceitos biológicos, contextualização social, ambiental ou tecnológica e possibilidade de mobilização de ações intelectuais como análise de informações, levantamento de hipóteses, construção de explicações, elaboração de justificativas e argumentação.

Quadro 2 – Categorização das questões de Biologia do ENEM 2025 segundo os parâmetros de Alfabetização Científica

Questão	Tema predominante	Eixos mobilizados	Indicadores possíveis	Potencial investigativo	Justificativa sintética
93	Biodigestão, resíduos e sustentabilidade	E1, E3	OI, EX, J, ARG	PI_A	Articula decomposição, produção de biogás, fertilizante e destino de resíduos, permitindo discutir sustentabilidade e impactos ambientais.
94	Arroz dourado, vitamina A e biotecnologia	E1, E3	EX, J, ARG	PI_M	Mobiliza biofortificação e deficiência nutricional, com possibilidade de debate sobre transgênicos, alimentação e saúde pública.
95	Herança genética e proporção fenotípica	E1	OI, P, EX	PI_M	Exige raciocínio genético e previsão de fenótipos, mas apresenta menor abertura social, ambiental ou tecnológica.
98	Transferência gênica e ciclo circadiano	E1, E2, E3	OI, EX, J, ARG	PI_M	Envolve experimento de transgenia e aplicação de conhecimento genético, permitindo discutir produção científica e organismos modificados.
99	Aves aquáticas, penas e flutuação	E1	EX, J	PI_M	Relaciona estrutura e função biológica, com possibilidade de ampliação para adaptações e impactos ambientais, embora o item seja direto.
102	Sapos venenosos, dieta e toxinas	E1, E2, E3	H, EX, J, ARG	PI_M	Permite levantar hipóteses sobre alimentação, ambiente e produção de toxinas, além de discutir interações ecológicas.
103	Vacinas, vírus inativado e imunização	E1, E2, E3	OI, EX, J, ARG	PI_A	Apresenta processo de produção vacinal e resposta imune, articulando ciência, tecnologia e saúde pública.
104	Cerrado, espécie exótica e competição	E1, E3	H, EX, J, P, ARG	PI_A	Relaciona ação humana, espécie invasora, competição ecológica e perda de biodiversidade, favorecendo problematização ambiental.
107	Adaptações ao ambiente árido e biomas	E1, E3	OI, EX, J, P	PI_M	Permite relacionar adaptação fisiológica, ambiente e biomas brasileiros, mas exige complementação para maior abertura investigativa.

109	Visão, pupila e efeito dos olhos vermelhos	E1	EX, J	PI_B	Mobiliza fisiologia da visão e explicação causal, mas tem pouca relação com problemas sociais ou investigação mais ampla.
110	Baiacu, tetrodotoxina e intoxicação	E1, E3	EX, J, ARG	PI_M	Relaciona toxina, alimentação e saúde, podendo ser ampliada para segurança alimentar, mas o item original é bastante direto.
111	Lisossomos e doença metabólica	E1	OI, EX	PI_B	Predomina a associação conceitual entre organela e função celular; exige maior elaboração externa para virar investigação.
117	Cangas, adaptação, endemismo e conservação	E1, E3	H, EX, J, P, ARG	PI_A	Aborda ambiente extremo, seleção adaptativa, endemismo e conservação, com forte potencial para discussão ecológica e ambiental.
123	Ácido úsnico, tabela de eficiência e esquistossomose	E1, E2, E3	OI, EX, J, ARG	PI_A	Apresenta dados em tabela, exige interpretação de evidências e permite discutir controle de doença e saúde pública.

Legenda: E1 = compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos; E2 = compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática; E3 = entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. OI = organização/interpretação de informações; H = levantamento de hipóteses; EX = construção de explicações; J = elaboração de justificativas; P = realização de previsões; ARG = argumentação; PI_A = potencial investigativo alto; PI_M = potencial investigativo médio; PI_B = potencial investigativo baixo. Fonte: elaboração própria, com base em Sasseron e Carvalho (2008), Sasseron (2015) e Carvalho (2013).

A partir da categorização apresentada no Quadro 2, foram selecionadas as questões 93, 103, 104, 117 e 123, por apresentarem PI_A, isto é, alto potencial de transformação em atividades investigativas. Esses itens articulam conceitos biológicos, contextualização social, ambiental ou tecnológica e possibilidades de mobilização de indicadores como análise de informações, levantamento de hipóteses, construção de explicações, elaboração de justificativas e argumentação. Antes da apresentação das proposições, as questões originais são inseridas para que o leitor visualize o ponto de partida documental da análise e compreenda como cada item foi deslocado da lógica da resposta única para a lógica da investigação.

4.2 Transformação das questões em atividades investigativas

Para a elaboração das proposições investigativas, partiu-se das questões selecionadas na etapa de categorização e buscou-se deslocar sua função original, centrada na escolha de uma alternativa correta, para situações didáticas que favorecessem maior participação intelectual dos

estudantes. Em cada questão, inicialmente foi identificado o problema científico, sanitário ou socioambiental presente no enunciado; em seguida, foram definidos materiais de apoio capazes de ampliar a análise, como textos curtos, tabelas, gráficos, esquemas, imagens, dados locais ou reportagens. A partir disso, cada item foi reelaborado em três níveis de abertura, correspondentes aos graus 3, 4 e 5 de liberdade intelectual. No grau 3, manteve-se maior orientação docente, com problema, materiais e roteiro de análise previamente definidos. No grau 4, parte dessa orientação foi retirada, permitindo que os estudantes escolhessem dados, comparassem informações, levantassem hipóteses e organizassem justificativas. No grau 5, a abertura foi ampliada, de modo que os alunos pudessem formular a própria pergunta investigativa, selecionar fontes, propor procedimentos, analisar evidências e defender conclusões.

Em razão do caráter sintético dos quadros, cada proposição é acompanhada por uma descrição textual dos três graus de liberdade. Essa descrição explicita o que o professor mantém como orientação, o que passa a ser assumido pelos estudantes e como a atividade se torna progressivamente mais aberta. Desse modo, os quadros funcionam como sínteses das proposições, enquanto o texto discute o percurso didático que transforma a questão fechada em situação investigativa.

4.2.1 Questão sobre biodigestão e sustentabilidade

A questão 93 foi selecionada por apresentar forte articulação entre conceitos biológicos, sustentabilidade e manejo de resíduos, o que amplia seu potencial de ressignificação didática. O enunciado já oferece um esquema explicativo sobre o funcionamento de um biodigestor e permite discutir decomposição, produção de metano, biofertilizante e redução de impactos ambientais. Para explicitar o ponto de partida da proposição, a imagem da questão original é apresentada na Figura 1. Além disso, uma síntese da proposta investigativa nos três graus de liberdade a partir desse item é indicado no Quadro 3.

No grau 3, a adaptação mantém forte mediação docente porque parte diretamente da questão do ENEM, que já apresenta o biodigestor como tecnologia de reaproveitamento de resíduos orgânicos. O professor apresenta a pergunta investigativa, seleciona materiais explicativos e orienta a leitura do esquema, da tabela comparativa e dos dados sobre produção de biogás e biofertilizante. A sequência conduz os estudantes a compreenderem o processo de biodigestão, relacionando decomposição da matéria orgânica, produção de metano e uso do biofertilizante. Assim, os alunos saem de uma leitura inicial do item fechado e chegam à

construção de uma explicação justificada sobre por que a biodigestão pode reduzir impactos ambientais.

Figura 1 – Questão 93 do ENEM 2025 utilizada como ponto de partida da proposição investigativa.



Fonte: INEP (2025).

Quadro 3 – Proposição investigativa elaborada a partir da questão 93.

Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema Como resíduos orgânicos podem ser reaproveitados para reduzir impactos ambientais?	Problema Qual seria a melhor forma de reaproveitar os resíduos orgânicos produzidos na escola ou na comunidade?	Problema Situação ampla: a escola ou comunidade produz resíduos orgânicos diariamente.
Materiais - texto curto sobre biodigestores - esquema de funcionamento de um biodigestor - tabela comparando aterro, compostagem e biodigestão - dados sobre produção de biogás e biofertilizante	Materiais - roteiro para levantamento de resíduos na escola - planilha para registrar quantidade e tipo de resíduo - textos sobre compostagem caseira e biodigestor caseiro - informações sobre coleta seletiva e descarte em aterros	Materiais - observação livre dos espaços de descarte da escola - entrevistas com funcionários e estudantes - reportagens, vídeos e textos técnicos simples - dados locais sobre geração e destino dos resíduos
Função dos materiais - introduzir o conceito de biodigestão - visualizar as etapas do processo - comparar formas de manejo de resíduos	Função dos materiais - orientar a coleta de dados locais pelos estudantes - permitir a comparação entre soluções possíveis - sustentar a tomada de decisão com base na realidade da escola	Função dos materiais - oferecer diferentes fontes de informação - permitir que os alunos escolham dados relevantes - apoiar a investigação do problema definido pela turma
Ações dos alunos - identificar as etapas da biodigestão - explicar a produção de biogás e biofertilizante - justificar qual alternativa reduz mais impactos ambientais	Ações dos alunos - observar lixeiras e registrar quantidade e qualidade dos resíduos - comparar compostagem, biodigestor caseiro, coleta seletiva e descarte	Ações dos alunos - formular a pergunta investigativa - definir procedimentos de coleta de dados - comparar soluções possíveis - elaborar uma proposta de intervenção fundamentada

	• levantar hipóteses sobre vantagens e limites de cada alternativa • defender uma proposta de manejo de resíduos	
--	---	--

Fonte: elaboração própria, com base em Carvalho (2013).

No grau 4, a atividade se torna semiaberta porque o professor ainda define o problema geral, como reaproveitar resíduos orgânicos da escola ou da comunidade, mas os estudantes passam a produzir parte dos dados necessários para respondê-lo. Nesse nível, a turma pode observar as lixeiras da escola, registrar a quantidade e o tipo de resíduo produzido, identificar se há separação adequada do lixo e comparar alternativas como compostagem caseira, biodigestor caseiro e descarte em aterro. O infográfico ou texto sobre biodigestor, portanto, não aparece como solução obrigatória, mas como uma das possibilidades a ser comparada com outras formas de manejo. A investigação avança porque os alunos escolhem dados relevantes, analisam vantagens e limites de cada alternativa e defendem uma proposta de reaproveitamento coerente com a realidade local.

No grau 5, a proposta parte apenas da situação ampla de que a escola ou a comunidade produz resíduos orgânicos diariamente. Diferentemente do grau 4, o professor não define previamente se o caminho investigativo será biodigestão, compostagem, coleta seletiva, redução do desperdício ou outra forma de intervenção. Os estudantes formulam a própria pergunta, definem como levantar dados, escolhem se farão observações, entrevistas, registros fotográficos ou consulta a fontes externas e decidem quais alternativas merecem comparação. A abertura é maior porque a turma não apenas analisa materiais fornecidos, mas constrói o percurso da investigação e chega a uma proposta de intervenção fundamentada nos dados coletados. Cabe ressaltar que a implementação do grau 5 traz o risco de perda da intencionalidade inicial do professor de focar em um conteúdo específico. Como os estudantes têm liberdade para escolher o caminho investigativo, o estudo do biodigestor pode não ocorrer caso a turma opte por focar na coleta seletiva, exigindo do docente flexibilidade para mediar o percurso escolhido.

4.2.2 Questão sobre vacinação e imunização

A questão 103 foi escolhida por articular conceitos de imunologia com uma temática socialmente relevante, relacionada à saúde pública e à vacinação. Sua transformação em proposta investigativa busca deslocar o foco da resposta correta para a compreensão dos

processos envolvidos na imunização e de seus desdobramentos coletivos. A questão original e o quadro resumo são apresentados a seguir.

Figura 2 – Questão 103 do ENEM 2025 utilizada como ponto de partida da proposição investigativa.

QUESTÃO 103

A produção de vacinas exige uma sequência de procedimentos, além do cumprimento estrito de verificações de segurança. No esquema, estão demonstradas as etapas básicas realizadas para a fabricação de uma vacina utilizando a tecnologia tradicional e o efeito dela no organismo.

O antígeno utilizado na vacina causa um efeito protetor contra o vírus porque

A

mata o vírus pela ligação.

B

aglutina o vírus por associação.

C

contém imunoglobulinas de defesa.

D

induz a produção de proteínas neutralizadoras.

E

mantém a quantidade de anticorpos preexistentes.

Fonte: INEP (2025).

Quadro 4 – Proposição investigativa elaborada a partir da questão 103.

Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema • Como uma vacina com vírus inativado pode proteger o organismo?	Problema • Por que a vacinação é uma estratégia coletiva de prevenção de doenças?	Problema • Situação ampla: uma comunidade apresenta queda na vacinação e aumento de casos de doença evitável.
Materiais • esquema simplificado da resposta imune • texto curto sobre vacinas inativadas • gráfico de produção de anticorpos após vacinação • imagem comparando vírus ativo e vírus inativado	Materiais • gráficos de cobertura vacinal • dados sobre queda ou aumento de casos de uma doença • texto curto sobre imunidade coletiva • esquema da resposta imune	Materiais • notícias e reportagens • gráficos de cobertura vacinal • entrevistas simuladas • calendário vacinal e dados epidemiológicos
Função dos materiais • introduzir o processo imunológico • diferenciar infecção e imunização • apoiar a interpretação do efeito da vacina	Função dos materiais • relacionar proteção individual e coletiva • comparar cobertura vacinal e ocorrência de casos • sustentar a construção de argumentos	Função dos materiais • oferecer diferentes fontes de evidência • permitir que os alunos escolham informações relevantes • apoiar a investigação do problema
Ações dos alunos • identificar etapas da resposta imune • explicar como o antígeno estimula a produção de anticorpos • justificar por que o vírus inativado não causa a doença, mas gera proteção	Ações dos alunos • selecionar dados mais relevantes • levantar hipóteses sobre consequências da baixa cobertura vacinal • construir explicações sobre prevenção de doenças • argumentar com base nas evidências	Ações dos alunos • formular perguntas investigativas • levantar hipóteses sobre a queda da vacinação • analisar dados e diferentes fontes • propor ação educativa baseada em evidências

Fonte: elaboração própria, com base em Carvalho (2013).

No grau 3, o professor organiza a investigação a partir de materiais previamente definidos, como esquema da resposta imune, texto sobre vacinas inativadas, gráfico de produção de anticorpos e imagem comparando vírus ativo e vírus inativado. Esses materiais ajudam os estudantes a compreender por que o vírus inativado não causa a doença, mas pode funcionar como antígeno capaz de estimular uma resposta protetora. A autonomia discente aparece na interpretação das fontes e na construção de explicações sobre imunização, mas o percurso de análise ainda é fortemente orientado pelo docente.

No grau 4, o problema é ampliado para a dimensão coletiva da vacinação. O professor mantém a pergunta central, mas os estudantes passam a selecionar e comparar dados de cobertura vacinal, ocorrência de casos e informações sobre imunidade coletiva. Essa abertura permite que os alunos relacionem proteção individual e saúde pública, levantem hipóteses sobre os efeitos da queda da vacinação e argumentem com base em evidências. A atividade, portanto, desloca o tema da vacina do nível exclusivamente fisiológico para uma discussão sanitária e social.

No grau 5, a investigação parte de uma situação ampla, como uma comunidade que apresenta queda na vacinação e aumento de casos de uma doença evitável. Os estudantes deixam de responder a uma pergunta já delimitada e passam a formular questões investigativas sobre causas, consequências e possibilidades de intervenção. Nesse nível, podem analisar notícias, dados epidemiológicos, calendários vacinais e entrevistas simuladas, construindo uma ação educativa baseada em evidências. A proposta favorece maior autonomia, pois os alunos definem o caminho investigativo e justificam suas conclusões.

4.2.3 Questão sobre espécie exótica e Cerrado

A questão 104 foi selecionada em função de seu potencial para articular conteúdos ecológicos com problemas ambientais concretos, especialmente os efeitos da introdução de espécies exóticas sobre a biodiversidade. O item permite discutir competição, ação humana e conservação do Cerrado. A questão original e o quadro resumo são apresentados a seguir.

Figura 3 – Questão 104 do ENEM 2025 utilizada como ponto de partida da proposição investigativa.

QUESTÃO 104

O bioma Cerrado é caracterizado por apresentar ampla e natural diversidade de espécies vegetais. Nos últimos tempos, o homem vem modificando esse cenário pela inserção de plantas exóticas nesse ambiente. Exemplo disso é o cultivo do capim-gordura, nativo do continente africano e utilizado nesse tipo de ecossistema como forma de pastagem. É importante ressaltar que essa espécie vegetal é capaz de se espalhar por grandes áreas, devido à sua agressividade e poder competitivo.

CARLOS JR., L. A.; BARBOSA, N. P. U.; FERNANDES, G. W.
O capim-gordura e as invasões no Cerrado brasileiro.
Jornal do Biólogo, mar.-jun. 2008 (adaptado).

Em longo prazo, essa ação do homem pode gerar qual consequência?

- A** Diversificar nichos ecológicos.
- B** Assorear as nascentes do bioma.
- C** Dificultar a infiltração de água na terra.
- D** Diminuir as espécies nativas do bioma.
- E** Contribuir com a redução das queimadas.

Fonte: INEP (2025).

Quadro 5 – Proposição investigativa elaborada a partir da questão 104.

Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema • Como uma espécie exótica pode afetar a biodiversidade do Cerrado?	Problema • Quais fatores podem explicar a redução de espécies nativas em áreas invadidas por capim-gordura?	Problema • Situação ampla: uma área de Cerrado próxima à comunidade apresenta redução de plantas nativas.
Materiais • texto sobre capim-gordura • imagem de área de Cerrado com invasão vegetal • tabela comparando espécies nativas e exóticas • esquema de competição por luz, água e nutrientes	Materiais • mapas ou imagens de áreas preservadas e invadidas • dados comparativos de riqueza de espécies • textos sobre fogo, pastagem, invasão biológica e ação humana	Materiais • registros fotográficos • textos sobre espécies invasoras • dados de biodiversidade • relatos locais e mapas da área
Função dos materiais • contextualizar a espécie invasora • permitir observar alterações no ambiente • apoiar a compreensão da competição ecológica	Função dos materiais • permitir comparar ambientes • relacionar invasão biológica e ação humana • sustentar explicações causais	Função dos materiais • servir como fontes abertas de investigação • apoiar a comparação entre áreas • permitir a formulação de explicações
Ações dos alunos • identificar a relação ecológica envolvida • explicar como a espécie exótica interfere nas nativas • justificar impactos sobre a biodiversidade	Ações dos alunos • selecionar dados relevantes • levantar hipóteses sobre competição e ação humana • prever consequências ecológicas • argumentar sobre estratégias de controle	Ações dos alunos • formular pergunta investigativa • planejar observações e comparar áreas • levantar hipóteses sobre a redução das espécies nativas • propor explicações e medidas de conservação

Fonte: elaboração própria, com base em Carvalho (2013).

No grau 3, o professor apresenta o problema e fornece materiais que contextualizam a invasão biológica, como texto sobre capim-gordura, imagem de área invadida, tabela comparando espécies nativas e exóticas e esquema de competição por luz, água e nutrientes. A função desses materiais é orientar os estudantes na identificação da relação ecológica envolvida

e na explicação de como uma espécie exótica pode interferir na sobrevivência de espécies nativas. A investigação ainda é guiada, mas já exige que os alunos justifiquem impactos sobre a biodiversidade.

No grau 4, a questão passa a exigir maior seleção de evidências pelos estudantes. O professor mantém o problema sobre a redução de espécies nativas, mas oferece mapas, imagens de áreas preservadas e invadidas, dados de riqueza de espécies e textos sobre fogo, pastagem e ação humana. Cabe aos alunos escolher quais informações são mais relevantes para explicar o fenômeno, levantar hipóteses sobre competição ecológica e prever consequências ambientais. A abertura aumenta porque a resposta não depende apenas de reconhecer a competição, mas de articular diferentes fatores ecológicos e sociais.

No grau 5, a situação é apresentada de modo mais amplo: uma área de Cerrado próxima à comunidade apresenta redução de plantas nativas. A partir dessa situação, os estudantes podem formular a pergunta investigativa, planejar observações, produzir registros fotográficos, comparar áreas e buscar dados sobre biodiversidade. O problema deixa de ser apenas um item do exame e passa a ser tratado como investigação contextualizada, na qual os alunos constroem explicações e propõem medidas de conservação considerando evidências locais e conhecimentos ecológicos.

4.2.4 Questão sobre cangas, adaptação e conservação

A questão 117 foi escolhida por permitir o trabalho com conceitos de adaptação, seleção ambiental, endemismo e conservação em um contexto ecológico relevante. A proposta investigativa elaborada a partir desse item busca ampliar, progressivamente, a autonomia dos estudantes. A questão original e o quadro resumo são apresentados a seguir.

Figura 4 – Questão 117 do ENEM 2025 utilizada como ponto de partida da proposição investigativa.

QUESTÃO 117

As cangas são ambientes resultantes da atuação, ao longo de milhões de anos, de chuvas, enxurradas, calor e ventos em rochas ricas em ferro. São compostas por até 90% de óxidos de ferro e contêm solos muito ácidos, rasos, com reduzidos índices de fertilidade e temperaturas que atingem quase 70 °C na superfície. Ao contrário do que se imagina, esse tipo de ambiente abriga comunidades de plantas e animais com elevado número de espécies e distribuição restrita.

CARMO, F. F. et al. *Ilhas de ferro estratégicas para a conservação*.

Disponível em: <http://cienciahoje.org.br>.

Acesso em: 2 dez. 2018 (adaptado).

A seleção adaptativa nesses ambientes favorece a ocorrência de espécies

- ☐ A exóticas.
- ☐ B migratórias.
- ☐ C endêmicas.
- ☐ D dominantes.
- ☐ E generalistas.

Fonte: INEP (2025).

Quadro 6 – Proposição investigativa elaborada a partir da questão 117.

Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema Por que algumas espécies vivem apenas em ambientes de canga?	Problema Como as condições ambientais das cangas influenciam a ocorrência de espécies endêmicas?	Problema Situação ampla: um ambiente com espécies raras está ameaçado por atividade humana.
Materiais - texto sobre ambientes de canga - imagem do solo ferruginoso - tabela com características ambientais - exemplos de espécies endêmicas	Materiais - textos curtos sobre adaptação, endemismo e mineração - mapas de distribuição de cangas - dados comparativos entre canga e outros ambientes - imagens de espécies adaptadas	Materiais - mapas e notícias - imagens de áreas de canga - dados sobre endemismo - textos sobre mineração e conservação
Função dos materiais - apresentar o ambiente de canga - relacionar condições ambientais e adaptação - apoiar a compreensão do endemismo	Função dos materiais - relacionar ambiente e distribuição de espécies - comparar diferentes condições ecológicas - sustentar a análise dos riscos à conservação	Função dos materiais - oferecer diferentes fontes de informação - apoiar a investigação das ameaças ao ambiente - permitir a construção de argumentos
Ações dos alunos - identificar características do ambiente - explicar como as condições ambientais selecionam adaptações - justificar por que espécies endêmicas podem ser vulneráveis	Ações dos alunos - selecionar evidências - levantar hipóteses sobre adaptação - prever impactos da degradação ambiental - argumentar sobre a importância da conservação	Ações dos alunos - formular perguntas investigativas - levantar hipóteses sobre impactos da atividade humana - analisar evidências sobre risco de extinção local - defender medidas de conservação

Fonte: elaboração própria, com base em Carvalho (2013).

No grau 3, o professor conduz a investigação apresentando a pergunta sobre por que algumas espécies vivem apenas em ambientes de canga. Os materiais selecionados, como texto sobre cangas, imagem de solo ferruginoso, tabela de características ambientais e exemplos de espécies endêmicas, têm a função de aproximar os estudantes do ecossistema e permitir a relação entre ambiente e adaptação. A atividade exige que os alunos expliquem como condições

como acidez, presença de ferro, pouca água e alta exposição solar podem selecionar características adaptativas.

No grau 4, os estudantes passam a assumir maior responsabilidade na análise. O professor mantém o problema sobre a influência das condições ambientais na ocorrência de espécies endêmicas, mas oferece diferentes fontes, como mapas de distribuição, dados comparativos entre canga e outros ambientes, imagens de espécies adaptadas e textos sobre mineração. A turma precisa selecionar evidências, levantar hipóteses sobre adaptação e prever impactos da degradação ambiental. Assim, a atividade articula evolução, ecologia e conservação, exigindo argumentação sobre a importância desses ambientes.

No grau 5, a investigação parte de uma situação ampla: um ambiente com espécies raras ameaçado por atividade humana. A partir dela, os alunos podem formular perguntas sobre risco de extinção local, perda de habitats e conservação de áreas de canga. Nesse nível, eles escolhem fontes, analisam notícias, mapas e dados sobre endemismo, e constroem argumentos em defesa de medidas de conservação. A abertura é maior porque o professor não entrega um caminho único; a turma precisa organizar o próprio percurso investigativo e fundamentar suas conclusões.

4.2.5 Questão sobre ácido úsnico e esquistossomose

A questão 123 foi selecionada por reunir elementos favoráveis ao Ensino por Investigação, como análise de dados, interpretação de evidências, conceitos de parasitologia e relação com saúde pública. Sua transformação em proposta investigativa permite converter um item fechado em uma sequência com níveis progressivos de abertura. A questão original e o quadro resumo são apresentados a seguir.

Figura 5 – Questão 123 do ENEM 2025 utilizada como ponto de partida da proposição investigativa.

QUESTÃO 123

O ácido úsnico é retirado de líquens e foi testado contra diversas espécies, conforme o quadro.

Teste	Resultado
<i>Aedes aegypti</i> (larvas)	Baixa eficiência
Bacilo de Koch	Média eficiência
Moluscos aquáticos (adultos)	Alta eficiência
Pernilongo (larvas)	Média eficiência
Vermes platelmintos	Ineficiente

O ácido úsnico mostrou-se mais indicado para o controle da

- A** esquistossomose.
- B** febre amarela.
- C** coqueluche.
- D** tuberculose.
- E** dengue.

Fonte: INEP (2025).

Quadro 7 – Proposição investigativa elaborada a partir da questão 123.

Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema • Como uma substância produzida por líquens poderia auxiliar no controle da esquistossomose?	Problema • Qual etapa do ciclo da esquistossomose seria mais estratégica para intervenção?	Problema • Situação ampla: uma comunidade apresenta casos de esquistossomose e precisa pensar em estratégias de controle.
Materiais • tabela de eficiência do ácido úsnico • esquema do ciclo da esquistossomose • texto curto sobre o caramujo hospedeiro • imagem do ciclo do parasita	Materiais • tabela de eficiência • ciclo da doença • dados sobre saneamento básico • textos sobre controle de vetores • informações sobre impactos ambientais de substâncias químicas	Materiais • dados epidemiológicos • mapa de áreas de risco • ciclo do parasita • tabela sobre ácido úsnico • informações sobre saneamento e controle de caramujos
Função dos materiais • permitir interpretar evidências • mostrar em que etapa a substância poderia atuar • contextualizar a doença	Função dos materiais • comparar diferentes estratégias de controle • relacionar intervenção e saúde pública • discutir eficácia e limites de cada medida	Função dos materiais • permitir a análise do problema em diferentes dimensões • apoiar a escolha de evidências pelos alunos • sustentar a elaboração de propostas
Ações dos alunos • identificar o organismo mais sensível ao ácido úsnico • relacionar esse dado ao ciclo da doença • justificar sua aplicação no controle da esquistossomose	Ações dos alunos • escolher evidências relevantes • comparar intervenções possíveis • levantar hipóteses sobre eficácia e riscos • argumentar sobre a estratégia mais adequada	Ações dos alunos • formular perguntas investigativas • levantar hipóteses sobre causas da persistência da doença • analisar evidências • propor plano de intervenção com saneamento, controle de caramujos e educação em saúde

Fonte: elaboração própria, com base em Carvalho (2013).

No grau 3, o professor orienta a análise utilizando a tabela da própria questão, o esquema do ciclo da esquistossomose, texto sobre o caramujo hospedeiro e imagem do ciclo do parasita. Esses materiais permitem que os estudantes identifiquem o organismo mais sensível ao ácido úsnico e relacionem essa informação ao controle da doença. A investigação ainda é dirigida,

mas exige leitura de evidências, explicação do papel do hospedeiro intermediário e justificativa da possível aplicação da substância no controle da esquistossomose.

No grau 4, o problema é ampliado para a escolha da etapa mais estratégica de intervenção no ciclo da esquistossomose. Os estudantes passam a comparar a tabela de eficiência com dados sobre saneamento básico, controle de vetores e impactos ambientais de substâncias químicas. Essa abertura permite levantar hipóteses sobre eficácia e riscos, comparar estratégias e argumentar sobre qual medida seria mais adequada. A questão deixa de ser apenas interpretação de tabela e passa a sustentar uma discussão sobre saúde pública e intervenção ambiental.

No grau 5, a proposta parte da situação de uma comunidade com casos de esquistossomose. Os estudantes podem formular perguntas sobre as causas da persistência da doença, analisar dados epidemiológicos, mapas de áreas de risco, informações sobre saneamento e estratégias de controle de caramujos. A abertura investigativa permite que a turma elabore um plano de intervenção articulando controle químico ou biológico, tratamento de água, saneamento básico e educação em saúde. Assim, o item do ENEM é ressignificado como problema coletivo e contextualizado.

5 DISCUSSÃO

A análise documental qualitativa realizada sobre a prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do ENEM 2025 permitiu mapear itens que, embora restritos ao formato de múltipla, guardam em seus enunciados e contextos uma densa matéria-prima para a alfabetização científica. A transição da etapa de categorização para a etapa propositiva exigiu uma operação didática intencional: deslocar o item avaliativo de sua função original de ponto de chegada (treinamento e verificação de respostas) para reposicioná-lo como ponto de partida (disparador de processos investigativos), indo ao encontro do que preconizam Munford e Lima (2007).

Dessa forma, a presente discussão organiza-se em torno da articulação entre os achados documentais, as justificativas teóricas das atividades propostas e os potenciais de desenvolvimento cognitivo e social dos estudantes frente à realidade da escola pública.

Os resultados obtidos na análise das questões 93, 103, 104, 117 e 123 revelam que o ENEM 2025 trouxe enunciados que superam o mero reconhecimento nominal de termos, inserindo-se predominantemente nos Eixos Estruturantes 1 e 3 da Alfabetização Científica propostos por Sasseron (2015). Esses itens não abordam a Biologia de forma isolada, mas a

conectam diretamente com a sustentabilidade (Q93), a saúde coletiva (Q103 e Q123) e os impactos socioambientais (Q104 e Q117).

Contudo, a materialidade de uma prova fechada impede que se observe o percurso epistêmico do estudante. Ao transformar esses itens por meio de sequências didáticas investigativas, a lógica do "treinamento para o exame" é disputada pedagogicamente. Em vez de o aluno apenas assinalar a alternativa correta com base na exclusão ou memorização, o enunciado passa a atuar como o problema estruturante defendido por Carvalho (2013). Na Q93, por exemplo, o funcionamento de um biodigestor deixa de ser um arranjo conceitual estático e se torna um pretexto para investigar o metabolismo bacteriano integrado ao manejo de resíduos na comunidade. O problema, portanto, assume o papel de desencadear a necessidade de pensar, conferindo um novo sentido ao uso dos exames de larga escala no cotidiano escolar.

A decisão metodológica de estruturar as propostas didáticas em três níveis de abertura, correspondentes aos graus 3, 4 e 5 de liberdade intelectual baseados em Carvalho (2013), justifica-se pela rejeição ao espontaneísmo pedagógico e pela defesa de uma autonomia discente construída gradualmente. No contexto da educação básica, lançar os estudantes diretamente a investigações totalmente abertas (Grau 5) sem intencionalidade pedagógica e mediação prévia pode gerar frustração e esvaziamento de conteúdo. Como discutido no exemplo do biodigestor, a ausência de direcionamento pode levar à dispersão e ao abandono dos conceitos científicos que o professor tinha a intenção de ensinar.

No Grau 3 (Investigação Orientada), a forte presença do professor na definição do problema e na entrega dos materiais estruturados (como o ciclo da esquistossomose e a tabela de eficiência do ácido úsnico na Q123) cumpre o papel de instrumentalização teórica defendido por Saviani (2011). Garante-se, assim, o acesso ao conhecimento sistematizado que o aluno não obterá de forma espontânea no cotidiano.

À medida que o desenho didático avança para o Grau 4 (Investigação Semiaberta) e alcança o Grau 5 (Investigação Aberta), opera-se a retirada progressiva dos comandos docentes. Na situação ampla proposta para a Q103 (vacinação), por exemplo, os estudantes deixam de ser consumidores de dados fornecidos e passam a ser os investigadores que formulam a própria pergunta e escolhem suas fontes. Esse movimento valida a perspectiva de Carvalho (2013), ao redistribuir as responsabilidades epistêmicas e demonstrar que a autonomia intelectual não é um ponto de partida biológico, mas um produto de uma intencionalidade pedagógica rigorosa.

As proposições construídas demonstram de que maneira as temáticas da avaliação oficial podem subsidiar o desenvolvimento de habilidades de alta ordem cognitiva. Enquanto a resolução padrão de um item fechado mobiliza majoritariamente o indicador de organização e interpretação de informações (OI), as sequências didáticas projetadas forçam a emergência de múltiplos indicadores de Alfabetização Científica (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Essa mudança no fazer pedagógico consolida o conceito de cultura científica escolar cunhado por Sasseron (2015). A sala de aula de Biologia transmuta-se em um espaço de práticas epistêmicas híbridas: os estudantes utilizam as ferramentas conceituais da ciência para organizar dados, formular hipóteses e, fundamentalmente, argumentar. Argumentar em Ciências, conforme postulam Driver, Newton e Osborne (2000) e Jiménez-Aleixandre e Erduran (2008), deixa de ser a expressão de opiniões vazias e passa a ser a articulação de afirmações sustentadas por evidências materiais e teóricas.

Um ponto crítico a ser debatido na proposição de novas metodologias é a sua aplicabilidade real face à precarização material de parte das escolas públicas. A análise das sequências desenhadas para as cinco questões selecionadas (Q93, Q103, Q104, Q117 e Q123) revela que o Ensino por Investigação não é refém de laboratórios altamente sofisticados, insumos dispendiosos ou tecnologias inacessíveis.

Ao utilizar como recursos didáticos esquemas explicativos, tabelas de eficiência, gráficos de cobertura vacinal, mapas de distribuição geográfica e dados epidemiológicos locais, o trabalho demonstra que a investigação científica na escola é, prioritariamente, um arranjo de postura cognitiva. Essa constatação é de extrema relevância para desmistificar a abordagem investigativa entre os docentes da educação básica, aproximando a teoria da prática real do chão da escola.

Sob a ótica da pedagogia histórico-crítica (SAVIANI, 2011) e da pedagogia crítico-social dos conteúdos (LIBÂNEO, 2013), as propostas cumprem a função social de tomar a prática social como ponto de partida e de chegada. Discutir a queda vacinal, os impactos ecológicos locais ou o saneamento básico significa dar aos estudantes os "óculos da ciência" para ler o mundo (CHASSOT, 2003). Portanto, a apropriação crítica das questões do ENEM 2025 aqui realizada não nega a existência do exame, mas o disputa politicamente: recusa o estreitamento curricular utilitarista (FREITAS, 2012) e, em contrapartida, instrumentaliza o estudante a dominar o conhecimento científico necessário tanto para realizar o exame quanto para intervir conscientemente em sua realidade social.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho discute e apresenta possibilidades de adaptação de questões fechadas de Biologia do ENEM 2025 em propostas de Ensino de Ciências por Investigação. A análise documental qualitativa e a subsequente engenharia didática demonstraram que, apesar dos limites estruturais de um exame de larga escala composto por itens de múltipla escolha, os enunciados e contextos do Exame guardam um potencial científico e problematizador que pode e deve ser explorado pelas escolas da educação básica.

A categorização realizada com base nos eixos estruturantes e indicadores de Alfabetização Científica de Sasseron permitiu selecionar os itens de maior riqueza contextual (Q93, Q103, Q104, Q117 e Q123), evidenciando que os conteúdos biológicos oficiais do exame estão profundamente vinculados a problemas reais da sociedade e da natureza. A transformação desses itens em sequências didáticas organizadas nos graus 3, 4 e 5 de liberdade intelectual provou ser um caminho viável para subverter a lógica tradicional do mero treinamento para exames, convertendo a avaliação em um disparador para o desenvolvimento do pensamento crítico, da elaboração de hipóteses e da argumentação fundamentada em evidências.

Sob a ótica político-pedagógica, o Ensino por Investigação é perfeitamente exequível na realidade material da escola pública brasileira, uma vez que as propostas desenhadas utilizam recursos didáticos acessíveis — como gráficos, tabelas e dados locais —, sem depender de infraestruturas laboratoriais sofisticadas. Desse modo, o trabalho atende aos pressupostos das pedagogias críticas ao defender um ensino de Ciências que não renuncia ao conteúdo científico sistematizado, mas o articula estreitamente com a leitura e a transformação da prática social dos estudantes.

Como limitação deste estudo, reconhece-se o caráter eminentemente teórico e propositivo da pesquisa, visto que as sequências didáticas aqui projetadas não foram aplicadas em turmas reais da educação básica para a coleta de dados empíricos sobre a recepção dos estudantes. Portanto, sugere-se para investigações futuras que essas propostas sejam implementadas em salas de aula de ensino médio, permitindo analisar de forma prática a emersão real dos indicadores de Alfabetização Científica e os desafios docentes na condução dos diferentes graus de liberdade intelectual no chão da escola.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, Almerindo Janela. Avaliação educacional: regulação e emancipação. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- APPLE, Michael W. Ideologia e currículo. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, e nº 11.494, de 20 de junho de 2007, e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Brasília, DF: Presidência da República, 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Matriz de Referência para o ENEM 2009. Brasília, DF: MEC/INEP, 2009.
- BRASIL. Decreto nº 10.151, de 2 de dezembro de 2019. Institui o Programa Ciência na Escola. Brasília, DF: Presidência da República, 2019.
- BRASIL. Decreto nº 12.049, de 11 de junho de 2024. Institui o Programa Mais Ciência na Escola para Expansão de Tecnologias Digitais e Experimentação Científica na Educação Básica. Brasília, DF: Presidência da República, 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Projeto Pedagógico do Curso: Especialização em Ensino de Ciências – Anos finais do Ensino Fundamental "Ciência é Dez!". Brasília, DF: CAPES, 2018.
- BYBEE, Rodger W. Achieving scientific literacy: from purposes to practices. Portsmouth: Heinemann, 1997.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.
- CHASSOT, Attico. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, jan./abr. 2003.
- DRIVER, Rosalind; NEWTON, Paul; OSBORNE, Jonathan. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. Science Education, Hoboken, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.
- DUARTE, Newton. Os conteúdos escolares e a ressurreição dos mortos: contribuição à teoria histórico-crítica do currículo. Campinas: Autores Associados, 2016.
- DUSCHL, Richard A.; OSBORNE, Jonathan. Supporting and promoting argumentation discourse in science education. Studies in Science Education, Londres, v. 38, n. 1, p. 39-72, 2002.

- FOUREZ, Gérard. Alfabétisation scientifique et technique: essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. Bruxelles: De Boeck, 1994.
- FREITAS, Luiz Carlos de. Os reformadores empresariais da educação: da desmoralização do magistério à destruição do sistema público de educação. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 33, n. 119, p. 379-404, abr./jun. 2012.
- FRIGOTTO, Gaudêncio. Reforma de ensino médio do (des)governo de turno: decreta-se uma escola para os ricos e outra para os pobres. *Movimento: Revista de Educação*, Niterói, ano 3, n. 5, p. 329-332, 2016.
- HURD, Paul DeHart. Scientific literacy: new minds for a changing world. *Science Education*, Hoboken, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.
- INEP. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio 2025: provas e gabaritos. Brasília, DF: INEP, 2025.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María Pilar; ERDURAN, Sibel. Argumentation in science education: an overview. In: ERDURAN, Sibel; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María Pilar (ed.). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer, 2008. p. 3-27.
- KUENZER, Acacia Zeneida. Trabalho e escola: a flexibilização do ensino médio no contexto do regime de acumulação flexível. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 38, n. 139, p. 331-354, abr./jun. 2017.
- LIBÂNEO, José Carlos. Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos. 28. ed. São Paulo: Loyola, 2013.
- MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.
- SACRISTÁN, José Gimeno. O currículo: uma reflexão sobre a prática. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- SÁ-SILVA, Jackson Ronie; ALMEIDA, Cristóvão Domingos de; GUINDANI, Joel Felipe. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. *Revista Brasileira de História & Ciências Sociais*, São Leopoldo, v. 1, n. 1, p. 1-15, jul. 2009.
- SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, nov. 2015.
- SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SAVIANI, Dermeval. *Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações*. 11. ed. Campinas: Autores Associados, 2011.