

Taxonomia de Bloom Revisada para avaliação de itens de Biologia da prova de Ciências da Natureza do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)

Revised Bloom's Taxonomy for the evaluation of Biology items in the Natural Sciences section of the Brazilian National Examination for Secondary Education (ENEM)

Taxonomía de Bloom Revisada para la evaluación de ítems de Biología del examen de Ciencias de la Naturaleza del Examen Nacional de la Educación Media de Brasil (ENEM)

Received: 13/11/2025 | Revised: 19/11/2025 | Accepted: 19/11/2025 | Published: 22/11/2025

Thalita Macedo Araújo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3420-7627>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: thalita.a@ifmg.edu.br

Míriam Conceição de Souza Testasicca

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7010-3118>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: miriam.souza@ifmg.edu.br

Adilson Ribeiro de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2360-7556>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

E-mail: adilson.ribeiro@ifmg.edu.br

Resumo

A Taxonomia de Bloom Revisada (TBR) é um sistema de organização dos objetivos de aprendizagem em dimensões hierarquizadas conforme o nível de complexidade, viabilizando o alinhamento construtivo entre objetivos educacionais, atividades de ensino e estratégias de avaliação. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo analisar, segundo a TBR, itens de Biologia do ENEM, destacando sua utilidade para compreender as demandas cognitivas do exame. A seleção dos itens levou em consideração a habilidade requerida em sua resolução (conforme a Matriz de Referência (MR) do ENEM) e os seus dados psicométricos: discriminação, dificuldade e acerto ao acaso. Dois itens foram comparados, ambos relacionados à habilidade 15 da MR, mas com dados psicométricos divergentes. Os itens apresentaram níveis cognitivos distintos: o item 115 dependia de dimensões superiores do processo cognitivo e do conhecimento em comparação com o item 124. Tais achados corroboram as diferenças observadas nos microdados divulgados pelo INEP. Tem-se, portanto, uma nova evidência de que a TBR pode ser utilizada na análise da complexidade cognitiva de itens de avaliações em larga escala, como o ENEM, contribuindo para reflexões sobre a qualidade e a intencionalidade das avaliações educacionais.

Palavras-chave: Taxonomia de Bloom Revisada; ENEM; Biologia; Ensino de Ciências; Ensino e Aprendizagem.

Abstract

The Revised Bloom's Taxonomy (RBT) is a system for organizing learning objectives into hierarchically structured dimensions according to their level of complexity, enabling constructive alignment between educational objectives, teaching activities, and assessment strategies. This article aims to analyze Biology items from the ENEM through the lens of the RBT, highlighting its usefulness in understanding the cognitive demands of the exam. The selection of items considered the skill required for their resolution (as defined by the ENEM Reference Matrix) and the psychometric parameters of discrimination, difficulty, and guessing. Two items were compared, both related to skill 15 of the Reference Matrix, but with divergent psychometric data. The items presented distinct cognitive levels: item 115 required higher dimensions of cognitive processing and knowledge compared to item 124. These findings are consistent with the differences observed in the microdata released by INEP. Thus, the study provides new evidence that RBT can be effectively applied to analyze the cognitive complexity of large-scale assessment items, such as those in the ENEM, contributing to reflections on the quality and intentionality of educational evaluations.

Keywords: Revised Bloom's Taxonomy; ENEM; Biology; Science Teaching; Teaching and Learning.

Resumen

La Taxonomía de Bloom Revisada (TBR) es un sistema de organización de los objetivos de aprendizaje en dimensiones jerarquizadas según el nivel de complejidad, que posibilita la alineación constructiva entre los objetivos educativos, las

actividades de enseñanza y las estrategias de evaluación. En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar, según la TBR, ítems de Biología del ENEM, destacando su utilidad para comprender las demandas cognitivas del examen. La selección de los ítems consideró la habilidad requerida para su resolución (de acuerdo con la Matriz de Referencia (MR) del ENEM) y sus datos psicométricos: discriminación, dificultad y acierto al azar. Se compararon dos ítems, ambos relacionados con la habilidad 15 de la MR, pero con datos psicométricos discrepantes. Los ítems presentaron niveles cognitivos distintos: el ítem 115 dependía de dimensiones superiores del proceso cognitivo y del conocimiento en comparación con el ítem 124. Tales hallazgos corroboran las diferencias observadas en los microdatos divulgados por el INEP. Por lo tanto, se presenta nueva evidencia de que la TBR puede utilizarse en el análisis de la complejidad cognitiva de ítems de evaluaciones a gran escala, como el ENEM, contribuyendo a reflexiones sobre la calidad y la intencionalidad de las evaluaciones educativas.

Palabras clave: Taxonomía de Bloom Revisada; ENEM; Biología; Enseñanza de las Ciências; Enseñanza y Aprendizaje.

1. Introdução

A Taxonomia de Bloom, formulada por Benjamin Samuel Bloom em 1956, constitui uma das bases epistemológicas mais duradouras e influentes no planejamento educacional. Estruturada nos domínios cognitivo, afetivo e psicomotor, organiza os objetivos de aprendizagem em níveis crescentes de complexidade (Ferraz & Belhot, 2010). No domínio cognitivo, Bloom estabeleceu uma hierarquia que se inicia com a memorização de fatos e culmina com a capacidade de avaliar e criar novos conhecimentos. Essa estrutura auxilia educadores a formularem intenções de ensino claras, bem como metas de avaliação e percursos pedagógicos coerentes (Ferraz & Belhot, 2010). Referindo-se especificamente ao planejamento de avaliações, a Taxonomia de Bloom favorece a proposição de avaliações mais eficazes e coerentes com os diversos objetivos de aprendizagem e contextos escolares, favorecendo, assim, que as avaliações estejam a serviço do processo de ensino-aprendizagem (Trevisan e Amaral, 2016). Utilizada como um suporte metodológico, que exige competência, discernimento e equilíbrio (Antunes, 2012, p. 10), pode impactar na tentativa de tornar o ato de avaliar um componente a serviço dos processos de ensino e de aprendizagem.

Ao longo do tempo, a Taxonomia de Bloom passou por adaptações. Uma das mais importantes, conhecida como Taxonomia de Bloom Revisada (TBR), foi proposta em 2001 por Anderson e Krathwohl (Anderson & Krathwohl, 2001). Na TBR, diversos aspectos da Taxonomia de Bloom originais foram mantidos, tais como a terminologia e a hierarquia dos níveis de complexidade e abstração. Uma das mudanças mais importantes proposta pela TBR foi a fragmentação do domínio cognitivo em duas dimensões: dimensão do conhecimento e dimensão dos processos cognitivos. O domínio do conhecimento diz respeito ao conteúdo que deve ser aprendido (Quadro 1).

Quadro 1 - Estrutura da dimensão do conhecimento na Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão do conhecimento	Descrição
Conhecimento factual	Refere-se aos elementos básicos de uma disciplina que os estudantes devem conhecer. Inclui conhecimentos sobre a terminologia (como vocabulário técnico) e sobre elementos e detalhes específicos (incluindo a identificação de fontes de informação confiáveis).
Conhecimento conceitual	Relaciona-se às interconexões entre elementos básicos dentro de um contexto mais complexo. Destacam-se conhecimentos sobre classificações e categorias, princípios e generalizações, teorias, modelos e estruturas.
Conhecimento processual	Refere-se ao modo de fazer algo, utilizando-se habilidades, algoritmos, técnicas e métodos. Inclui conhecimentos de algoritmos e habilidades específicas; técnicas e métodos específicos envolvendo um determinado assunto; critérios para definir procedimentos apropriados em diferentes contextos.
Conhecimento metacognitivo	Relaciona-se ao conhecimento da cognição em geral, bem como à consciência da própria cognição. Inclui conhecimento estratégico; conhecimento sobre atividades cognitivas (como o reconhecimento do tipo de conhecimento demandado por diferentes atividades, por exemplo) e autoconhecimento.

Fonte: Anderson e Krathwohl (2002, p.29).

Sendo o domínio cognitivo relacionado aos meios de aprendizagem, nessa dimensão existem seis tipos de conhecimento: lembrar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar (Quadro 2), refletindo uma lógica progressiva de complexidade.

Quadro 2 - Estrutura do processo cognitivo na Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão do processo cognitivo	Descrição
1. Lembrar	Capacidade de recuperar informações da memória de longo prazo. Inclui reconhecer e reproduzir ideias e conceitos.
2. Entender	Relaciona-se à construção de sentido a partir de mensagens instrucionais, como comunicações escritas, orais ou gráficas. Envolve interpretar , exemplificar , classificar , resumir , inferir , comparar e explicar ideias ou eventos.
3. Aplicar	Refere-se à utilização de um procedimento em uma dada situação. Inclui executar uma tarefa familiar ou implementar o conhecimento em tarefas inéditas.
4. Analisar	Pressupõe a divisão do conhecimento em suas partes constituintes, bem como a determinação de como essas partes se relacionam umas com as outras e com estruturas superiores. Refere-se a diferenciar partes relevantes e irrelevantes de um material, organizar como esses diversos elementos se relacionam com o todo e atribuir ou identificar pontos de vista subjacentes ao material apresentado.
5. Avaliar	Relaciona-se a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões. Inclui verificar a existência de inconsistências no material ou procedimento e, a partir daí, julgar se um procedimento específico é apropriado para um dado problema.
6. Criar	Agrupar e reagrupar elementos para formar um padrão ou estrutura coerente e funcional. Envolve propor hipóteses, planejar etapas para se cumprir uma tarefa e inventar produtos ou processos.

Fonte: Anderson e Krathwohl (2002, p.67).

A TBR viabiliza, por exemplo, o alinhamento construtivo entre objetivos educacionais, atividades de ensino e estratégias de avaliação (Gamboa Solano et al, 2023). Ao contrário da Taxonomia de Bloom, que era unidimensional, a TBR propõe uma inter-relação entre as dimensões do conhecimento e dos processos cognitivos, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Estrutura da Taxonomia de Bloom Revisada.

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analisa	Avaliar	Criar
Conhecimento factual						
Conhecimento conceitual						
Conhecimento processual						
Conhecimento metacognitivo						

Fonte: Anderson e Krathwohl (2002, p. 28).

Embora a TBR tenha sido proposta para auxiliar no planejamento do processo ensino-aprendizagem, sua utilidade não se restringe a isso. A TBR também pode ser usada para organizar e criar estratégias de ensino, para o planejamento de aulas e

para elaboração e análise de itens de avaliação, incluindo avaliações em larga escala, como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (Dias, Silva & Kitamura Filho, 2021; Petersen & De Lucca, 2021; Passos & Vasconcelos, 2023; Pereira, 2025).

O ENEM foi criado em 1998 (Brasil, 2002), inicialmente apresentando caráter diagnóstico e visando avaliar a qualidade do Ensino Médio no Brasil; atualmente, o ENEM tornou-se uma avaliação de larga escala com múltiplas funções: certificação do ensino médio, acesso à universidade pública e à privada, seleção de programas como SiSU¹, ProUni² e FIES³ (Brasil, 2010a, 2012a, 2024a e 2024b). O ENEM consolidou-se como uma avaliação de alto impacto, capaz de influenciar currículos escolares e mobilizar estudantes e escolas para o desenvolvimento de competências, e não apenas para a aprendizagem de conteúdos.

A Matriz de Referência do ENEM (MR-ENEM) constitui o documento norteador para a elaboração das questões da prova, estruturando as competências e habilidades⁴ que devem ser avaliadas ao longo do exame. Essa matriz é organizada de forma a contemplar diferentes áreas do conhecimento e busca avaliar não apenas a memorização de conteúdos, mas também a capacidade de interpretar, analisar e aplicar conceitos em situações diversas. Enfocam-se, assim, a resolução de problemas e a utilização do conhecimento científico, tecnológico, social e cultural de maneira integrada e contextualizada (Brasil, 2009). Dessa forma, a avaliação das habilidades no ENEM vai além da simples verificação de conhecimentos isolados, valorizando também a capacidade do respondente de articular informações, elaborar hipóteses, analisar dados e propor soluções, em consonância com os princípios de uma educação formativa e crítica (Brasil, 2009). No caso específico das Ciências da Natureza, a MR-ENEM orienta a construção de itens que demandam do respondente a mobilização de habilidades cognitivas variadas, como interpretar gráficos, compreender fenômenos naturais, aplicar conceitos biológicos, químicos e físicos em situações cotidianas e refletir criticamente sobre ciência e tecnologia (Brasil, 2023).

Desde 2009, a Teoria de Resposta ao Item (TRI) é a metodologia de atribuição de notas do ENEM, substituindo a antiga pontuação bruta por uma abordagem psicométrica mais sofisticada e robusta (Brasil, 2012b). A TRI permite calibrar cada item de prova com base nos parâmetros de discriminação, acerto casual e dificuldade, oferecendo estimativas mais estáveis da proficiência do respondente, independentemente da versão da prova. No contexto da TRI, a proficiência representa a capacidade do indivíduo em responder corretamente aos itens da prova. O parâmetro de discriminação indica a capacidade de cada item em diferenciar participantes com níveis distintos de proficiência, sendo desejável que assuma valores positivos e não próximos de zero. O parâmetro de acerto ao acaso considera a probabilidade de um participante de baixa proficiência acertar um item por tentativa aleatória, o que é especialmente relevante em provas de múltipla escolha, como o ENEM. O parâmetro de dificuldade, por sua vez, corresponde ao nível mínimo de habilidade necessário para que o respondente tenha elevada probabilidade de acerto.

A TRI pressupõe a unidimensionalidade, isto é, que os itens avaliem predominantemente um único traço latente, garantindo a consistência da medida da habilidade. Em contraste com a Teoria Clássica dos Testes, que emprega pontuação bruta e avalia a prova como um todo, a TRI foca nas características individuais dos itens, o que permite comparações entre versões distintas da prova. Essa estrutura psicométrica é crucial para garantir a validade e a confiabilidade do ENEM, assegurando que cada item seja rigorosamente analisado em termos de qualidade e adequação ao objetivo da avaliação (Soares, Soares e Santos, 2021).

A elaboração dos itens objetivos do ENEM segue critérios metodológicos específicos, visando assegurar validade e fidedignidade na avaliação das competências e habilidades previstas na MR-ENEM (Brasil, 2009). Cada item é estruturado a

¹ Sistema de Seleção Unificada

² Programa Universidade para Todos

³ Fundo de Financiamento Estudantil

⁴ “Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do ‘saber fazer’. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências”. (Brasil, 2002, p.11)

partir de um texto-base — que pode ser verbal, visual ou multimodal — o qual fornece o contexto necessário para a problematização da questão. Em seguida, apresenta-se o comando (ou pergunta), que orienta o respondente quanto à tarefa cognitiva a ser realizada, diretamente relacionada a uma habilidade da MR-ENEM. As alternativas de resposta, em número de cinco, são compostas por uma opção correta, denominada gabarito, e por quatro opções incorretas, denominadas distratores. Os distratores têm papel fundamental, uma vez que são elaborados com base em erros comuns, concepções alternativas ou interpretações superficiais do conteúdo, possibilitando diferenciar os candidatos que dominam efetivamente a habilidade avaliada daqueles que apresentam lacunas conceituais (Brasil, 2010b). Dessa forma, a construção do item exige articulação entre conteúdo disciplinar, contexto social e competências cognitivas, garantindo que a avaliação esteja alinhada aos pressupostos pedagógicos e ao caráter formativo do Enem.

A avaliação por habilidades, como a proposta pelo ENEM, busca medir competências cognitivas sofisticadas, fundamentada em rigor psicométrico e associada às práticas educacionais contemporâneas, características que se alinham aos níveis superiores da TBR. Este artigo tem como objetivo analisar, segundo a TBR, itens de Biologia do ENEM, destacando sua utilidade para compreender as demandas cognitivas do exame.

2. Metodologia

Fez-se, então, uma análise qualitativa (Pereira et al., 2018) de cada item de Biologia, buscando identificar quais competências e habilidades eram necessárias para responder a cada um deles. Como referência, foi avaliada a edição de 2024 do ENEM⁵, especificamente o caderno de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, excluindo-se as questões de Química e de Física e concentrando-se na identificação e seleção dos itens referentes ao componente curricular de Biologia.

Para a identificação das competências e habilidades requeridas em cada item, foi utilizada a MR-ENEM para Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Brasil, 2009). Os itens de Biologia foram também submetidos a uma análise quantitativa com base nos microdados oficiais do ENEM disponibilizados pelo INEP (INEP, 2025). Para cada item, foram considerados os seguintes parâmetros psicométricos, definidos pela TRI: dificuldade, discriminação e acerto casual.

Foram, então, selecionados dois itens para análise posterior pela TBR. Os critérios de seleção foram: (I) serem referentes à mesma habilidade, de acordo com a MR-ENEM; (II) apresentarem valores discrepantes em relação à dificuldade, discriminação e acerto casual. Buscaram-se, assim, questões sobre temáticas similares, mas que apresentassem diferentes parâmetros psicométricos, a fim de verificar se a análise por TBR revelaria as causas de tais diferenças.

Esses itens selecionados foram submetidos a uma análise qualitativa fundamentada na TBR, conforme proposto por Anderson e Krathwohl (2001). Cada questão foi examinada quanto às categorias cognitivas predominantes (lembrar, compreender, aplicar, analisar, avaliar e criar), buscando-se identificar em que medida foram mobilizadas. As questões também foram classificadas quanto à dimensão do conhecimento predominantemente requerido em sua resolução (factual, conceitual, processual, metacognitivo).

⁵ A prova do ENEM apresenta quatro diagramações distintas, identificadas por cores. As quatro versões da prova têm as mesmas questões, distribuídas em ordens distintas a fim de reduzir ao mínimo as probabilidades estatísticas de que alunos que estejam em assentos próximos, dentro de uma sala, resolvam o mesmo item simultaneamente. Assim, a redução dos riscos de fraude por troca de informações entre participantes garante a equidade na aplicação do exame (Vasconcelos, 2025). No ano de 2024, os cadernos do ENEM foram identificados pelas cores amarela, branca e verde.

3. Resultados e Discussão

Nesta seção, inicialmente, será abordado o processo de seleção dos itens para posterior análise pela TBR. Para isso, serão apresentados a habilidade requerida, de acordo com a MR-ENEM, e os parâmetros psicométricos de discriminação, dificuldade e acerto ao acaso para cada item de Biologia da prova de Ciências da Natureza do ENEM. Posteriormente, será apresentada a análise detalhada de cada um dos itens selecionados, buscando-se elucidar as dimensões do conhecimento e dos processos cognitivos necessários à sua resolução.

Seleção dos itens para estudo

Identificaram-se os itens da prova de Ciências da Natureza do ENEM 2024 que se referiam ao componente curricular Biologia. Para tanto, foi considerada a expertise dos autores/pesquisadores⁶. Da mesma maneira, buscou-se identificar qual a habilidade requerida por cada um desses itens. Buscaram-se, nos microdados do ENEM 2024 (INEP, 2025), as informações relativas à discriminação, dificuldade e acerto ao acaso para cada item de Biologia. Esses resultados encontram-se na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 - Habilidade e parâmetros de discriminação, dificuldade e acerto ao acaso dos itens de Biologia da prova de Ciências da Natureza do ENEM 2024.

Item*	Habilidade	Discriminação	Dificuldade	Acerto ao acaso
95	11	21.156	203.104	4.375
98	16	168.259	177.477	7.803
102	2	217.473	129.429	9.133
104	12	147.108	241.049	27.168
105	10	300.357	109.314	11.952
107	29	226.694	0,92667	27.632
108	4	350.874	141.332	28.921
109	14	198.922	0,99384	18.343
110	28	243.297	0,04851	36.134
111	14	230.137	0,99510	5.607
112	13	234.265	0,76737	19.913
115	15	337.882	215.318	10.317
117	28	154.385	0,18646	2.403
120	30	201.857	122.451	12.408
124	15	3.366	0,70227	21.496
126	11	209.622	156.504	45.158
134	27	175.413	239.153	28.016

* Numeração das questões de acordo com o caderno azul do segundo dia de aplicação do ENEM 2024. Fonte: Autoria própria (2025).

Pode-se observar que algumas habilidades foram abordadas por mais de um item: os itens 95 e 126 referiam-se à habilidade 11; a habilidade 14 foi avaliada pelos itens 109 e 111; a habilidade 15 foi requerida pelos itens 115 e 124; a habilidade

⁶ As pesquisadoras envolvidas neste estudo têm mais de 15 anos de experiência no ensino de Biologia na Rede de Educação Profissional e Tecnológica.

28 foi objeto dos itens 110 e 117. Portanto, por serem pares de itens referentes à mesma habilidade, todos poderiam ser objeto do presente estudo.

As habilidades 11, 14, 15 e 28 referem-se a diferentes aspectos da Biologia. A habilidade 11, segundo a qual o respondente deve “reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos”, faz parte da competência de área 3, que visa “associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicas”. Trata-se de uma habilidade fundamental para que os cidadãos possam se posicionar diante de questões ambientais e tecnológicas que se fazem cada vez mais presentes na sociedade atual.

Dentro da competência de área 4 (“Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais”) (Brasil, 2009, p.9), foram encontrados itens referentes às habilidades 14 e 15. A habilidade 14 requer a capacidade de “identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros” (Brasil, 2009, p.9); são conhecimentos fundamentais para que o indivíduo possa compreender o funcionamento do próprio organismo, em situações fisiológicas ou patológicas, bem como de outros seres vivos com os quais se relaciona. Ao desenvolver a habilidade 15, o respondente torna-se capaz de “interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos” (Brasil, 2009, p.9). Assim, o aluno não apenas comprehende a Biologia como ciência investigativa, mas também aprende a analisar criticamente dados, gráficos e representações que traduzem a complexidade da vida.

Por fim, a habilidade 28, a saber, “associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros”(Brasil, 2009, p.10), integrante da competência de área 8, que visa “apropriar-se de conhecimentos da Biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas” (Brasil, 2009, p.10), objetiva que o respondente reconheça a íntima relação que se estabelece entre um ser vivo e o ambiente em que vive, moldada ao longo de milhares de anos de Evolução. Percebe-se, portanto, que os itens do ENEM abordam diversos campos de conhecimentos da Biologia.

Passou-se, então, para a avaliação dos parâmetros de discriminação, dificuldade e acerto ao acaso de cada um desses itens. Observou-se que as questões 115 e 124 apresentaram, quantitativamente, as maiores diferenças de valor desses parâmetros entre os itens referentes a uma mesma habilidade. Ambos os itens pretendem avaliar os respondentes em relação à habilidade 15 da MR-ENEM. Tal habilidade tem destacada importância, pois a compreensão dos processos vitais em diferentes níveis, do molecular ao ecológico, promove uma visão integrada dos sistemas biológicos e reforça a importância da interdisciplinaridade. Além disso, estimula a autonomia intelectual e o pensamento crítico, fundamentais para que o cidadão possa avaliar informações científicas presentes no cotidiano, como as relacionadas à saúde, ao meio ambiente e às inovações tecnológicas. Assim, a habilidade 15 é inerente aos sujeitos capazes de questionar, argumentar e tomar decisões fundamentadas em evidências, preparando-os não apenas para os desafios acadêmicos, mas também para a participação consciente e responsável na sociedade (Brasil, 2009). Ressalta-se que, na própria descrição da habilidade 15 apresentada na MR-ENEM, encontram-se os verbos “interpretar” e “explicar”, classicamente associados à dimensão do processo cognitivo “entender” na TBR.

As questões 115 e 124 são estruturadas de modo semelhante: apresentam um texto curto que introduz a um experimento, representado por uma figura. Espera-se que os respondentes, então, cheguem a conclusões sobre o experimento mostrado. Apesar dessas semelhanças, os microdados do ENEM 2024 revelaram que o item 115 teve um grau de dificuldade consideravelmente maior que o do item 124, ou seja, o número de respondentes que acertou o item 115 foi muito menor, em comparação ao item

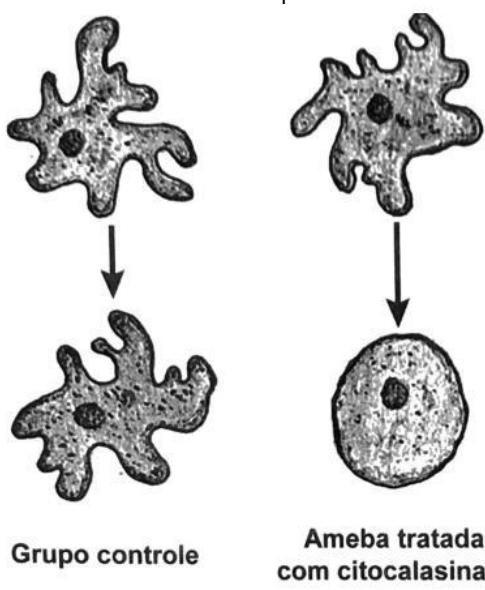
124. Por tudo isso, as questões 115 e 124 foram selecionadas para que se buscassem possíveis razões que justificassem a discrepância entre seus microdados. Para tanto, ambas foram submetidas à análise pela TBR.

Análise do item 115

O item 115 (Figura 1) apresenta um experimento feito com microrganismos da espécie *Amoeba proteus*. De acordo com o gabarito oficial divulgado pelo INEP, a resposta correta para o item é “microfilamentos” (alternativa “c”).

Figura 1 - Questão 115 do Enem 2024 (caderno azul, segundo dia de aplicação).

O esquema representa um experimento feito com células do protozoário *Amoeba proteus*. Nele, um grupo de células foi tratado com a droga citocalasina B, enquanto outro grupo não foi tratado, servindo como controle. O formato e o movimento das células tratadas foram comprometidos.



SADAVA, D. et al. *Vida: a ciência da biologia* - volume I: a célula e hereditariedade. Porto Alegre: Artmed, 2009 (adaptado).

Qual componente celular foi afetado pela droga utilizada no experimento?

- a) Vacúolos.
- b) Mitocôndrias.
- c) Microfilamentos.
- d) Material genético.
- e) Membrana plasmática.

Fonte: ENEM (2024).

Microfilamentos são um dos componentes do chamado citoesqueleto, uma rede intracelular tridimensional formada por filamentos proteicos denominados microtúbulos, filamentos intermediários e microfilamentos, também chamados filamentos de actina. Suas principais funções são a manutenção da arquitetura celular e a realização de movimentos celulares, incluindo-se o movimento ameboide, baseado na emissão de pseudópodes. A composição e as funções do citoesqueleto são estudados em Citologia ou Biologia Celular, um tema amplo e essencial para a compreensão de uma série de outras áreas da Biologia. A terminologia adotada na Biologia Celular é vasta e extremamente específica (Araújo, Souza Testasicca e Oliveira, 2021), o que requer grande capacidade de memorização.

A citocalasina B é uma substância que impede a polimerização da actina, e, consequentemente, a formação de microfilamentos (Goodner e Quatrano, 1993). Por isso, ao ser adicionada às células, a citocalasina B bloqueia a emissão de pseudópodes, alterando o formato celular e prejudicando sua movimentação.

Cabe ressaltar que a figura apresenta dois grupos de células: grupo controle e grupo tratado com citocalasina B. O planejamento de um experimento, de acordo com o método científico hipotético-dedutivo, requer o uso de um grupo controle, que difere do grupo teste em relação apenas à variável que está sendo testada. A interpretação dos resultados obtidos no experimento decorre da comparação entre os grupos teste e controle.

O item 115 foi analisado quanto aos seis níveis da dimensão do processo cognitivo e às quatro categorias da dimensão do conhecimento (Quadro 4), seguindo os preceitos da TBR (Anderson e Krathwohl, 2001).

Quadro 4 - Dimensões do conhecimento e dimensões do processo cognitivo envolvidos na resolução do item 115 do ENEM 2024 (caderno azul, segundo dia de aplicação).

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analizar	Avaliar	Criar
Conhecimento factual	X					
Conhecimento conceitual		X				
Conhecimento processual			X	X		
Conhecimento metacognitivo						

Fonte: Autoria própria (2025).

Em relação à dimensão do processo cognitivo, na resolução dessa questão estão envolvidos os níveis “lembra”, “entender” e “aplicar”. O respondente deveria “lembra” não apenas do termo microfilamentos, mas também da sua composição, da sua função no citoesqueleto e na realização do movimento ameboide. Ainda que não fosse crucial para resolução da questão, seria desejável que o respondente também se lembrasse das funções dos distratores, que são organelas e componentes celulares cujas funções não se relacionam diretamente à estrutura ou aos movimentos celulares. O respondente também deveria lembrar da importância do grupo controle em um procedimento experimental. Em relação à dimensão do processo cognitivo “entender”, o item requer que o respondente comprehenda inicialmente que as alterações observadas nas células do grupo tratado com citocalasina B em comparação com o grupo controle derivam diretamente do efeito dessa substância. É necessário que o respondente entenda que a célula tratada, ao parar de emitir pseudópodes e assumir o formato esférico, torna-se incapaz de realizar o movimento ameboide. A necessidade de reconhecimento da relação causa e efeito traz para a resolução do item a dimensão do processo cognitivo “aplicar”. Espera-se que o respondente correlacione um conjunto de termos e funções da Biologia Celular a uma situação prática e faça duas associações: (I) tratamento com citocalasina B e perda da capacidade de realizar o movimento ameboide; (II) dependência do citoesqueleto para a realização do movimento ameboide. A dimensão do processo cognitivo “analizar” se faz necessária na resolução deste item, pois os respondentes devem segmentar as informações apresentadas e, a partir daí, chegar a uma conclusão. Dessa maneira, é necessário considerar diversos fenômenos e processos, como a perda do movimento ameboide após o tratamento com citocalasina B, a dependência do citoesqueleto para realizar o movimento ameboide e a necessidade de microfilamentos para se formar o citoesqueleto. A partir da relação entre essas partes, o respondente deve chegar à resposta correta.

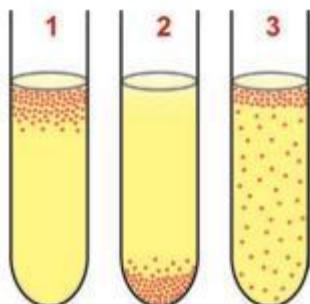
Em relação às dimensões do conhecimento, o item 115 requer dos respondentes “conhecimento factual”, “conhecimento conceitual” e “conhecimento procedural”. O “conhecimento factual” requerido por essa questão refere-se a termos e conceitos relativos à Biologia Celular, tais como membrana plasmática, citoesqueleto e movimentação celular. O “conhecimento conceitual” é necessário para que o respondente seja capaz de associar o papel dos microfilamentos na composição do citoesqueleto, bem como a importância deste na manutenção do formato celular e na capacidade de realização do movimento ameboide. Neste caso, observa-se que o respondente deve fazer interconexões entre elementos básicos em um contexto mais complexo, chegando a conclusões a partir de informações básicas. Já o “conhecimento procedural” é demandado a partir da necessidade de reconhecimento do efeito do tratamento com a citocalasina B sobre o formato e a movimentação celular, a partir da interpretação da figura. Trata-se, portanto, de um conhecimento que requer maior nível de abstração por parte dos respondentes, o que demonstra o recrutamento de dimensões cognitivas superiores. É a combinação dos conhecimentos “conceitual” e “procedural” que permitirá ao respondente eliminar os distratores da questão.

Análise do item 124

O item 124 apresenta informações sobre o crescimento de diferentes bactérias em meio nutritivo líquido (Figura 2). O gabarito oficial do ENEM aponta que a resposta ao item é “aeróbio estrito, anaeróbio estrito e anaeróbio facultativo” (alternativa “c”).

Figura 2 - Questão 124 do ENEM 2024 (caderno azul, segundo dia de aplicação).

Utilizando-se um mesmo meio nutritivo, três gêneros bacterianos diferentes foram submetidos ao cultivo em tubos de ensaio. Após certo período de crescimento da cultura bacteriana em condições físico-químicas ideais, observou-se que o padrão de distribuição das células (representadas por pontos na figura) ao longo dos tubos era diferente em cada um dos casos.



https://azstgpoliedroresolveprd.blob.core.windows.net/arquivos/regular-questions/Q97_enunciado_305bc53c-6d33-4c8c-b0c5-fc6daadba13f.png

Em relação ao metabolismo energético, os microrganismos presentes nos tubos 1, 2 e 3 são classificados, respectivamente, como

- a) anaeróbio facultativo, anaeróbio estrito e aeróbio estrito.
- b) anaeróbio facultativo, aeróbio estrito e anaeróbio estrito.
- c) aeróbio estrito, anaeróbio estrito e anaeróbio facultativo.
- d) anaeróbio estrito, aeróbio estrito e anaeróbio facultativo.
- e) aeróbio estrito, anacróbio facultativo e anaeróbio estrito.

Fonte: ENEM (2024).

Neste item, são apresentados ao respondente um texto introdutório, que apresenta o experimento realizado, e uma figura, que ilustra o seu resultado, ou seja, representa em quais posições do meio de cultura houve crescimento microbiano. Sua resolução requer a associação entre os tipos de metabolismo energético e o padrão de crescimento celular frente a diferentes condições de disponibilidade de gás oxigênio. Organismos aeróbios estritos dependem unicamente de O₂ para produção de

energia e, portanto, só sobrevivem em presença desse gás; organismos anaeróbios estritos, por outro lado, não sobrevivem em presença de O₂, que é um gás com forte ação oxidante, inclusive sobre componentes celulares. Existem ainda os organismos anaeróbios facultativos, capazes de sobreviver na presença ou ausência de O₂ (Tortora *et al*, 2024). Por se tratar de um meio de cultivo líquido, sabe-se que a concentração de O₂ aí dissolvida varia em função da profundidade. A concentração de O₂ é máxima na superfície, que é a interface do meio com o ar atmosférico. Ao longo da coluna de líquido, a concentração de O₂ vai se tornando progressivamente menor, até atingir os valores mais baixos na região do fundo do tubo de ensaio. Ao correlacionar essas informações, o respondente deveria concluir que as bactérias aeróbias estritas devem crescer apenas na superfície do líquido, enquanto as anaeróbias estritas devem crescer apenas no fundo do tubo de ensaio. As bactérias anaeróbias facultativas, por sua vez, poderiam crescer dispersas pela coluna de meio de cultivo.

O item 124 também foi analisado (Quadro 5) seguindo os preceitos da TBR (Anderson & Krathwohl, 2001).

Quadro 5 - Dimensões do conhecimento e dimensões do processo cognitivo envolvidos na resolução do item 124 do ENEM 2024 (caderno azul, segundo dia de aplicação).

Dimensão do conhecimento	Dimensão do processo cognitivo					
	Lembrar	Entender	Aplicar	Analizar	Avaliar	Criar
Conhecimento factual	X	X				
Conhecimento conceitual			X			
Conhecimento processual						
Conhecimento metacognitivo						

Fonte: Autoria própria (2025).

Assim, na resolução desse item, são necessários os processos cognitivos “lembra”, “entender” e “aplicar”. Para que o respondente acertasse a questão, ele deveria ser capaz de se “lembra” da categoria taxonômica gênero, citada no texto introdutório do item. Uma vez que as bactérias são de gêneros distintos, pode-se afirmar que são também de espécies distintas, o que torna possível supor diferenças metabólicas entre elas. Assim, seria plausível que as bactérias avaliadas no experimento apresentassem diferentes capacidades de crescimento segundo a disponibilidade de gás O₂. Também era fundamental que o respondente se lembrasse dos conceitos de aeróbio, anaeróbio, estrito e facultativo. O respondente também deveria ser capaz de “entender” que a posição em que as células cresceram no meio de cultivo em cada tubo de ensaio estava diretamente relacionada à concentração de gás O₂ em cada região da coluna de líquido. Também era esperado que o respondente fosse capaz de “aplicar” um conjunto de conhecimentos a uma situação prática, pois deveria correlacionar os tipos de metabolismo energético, a disponibilidade de gás O₂ em função da profundidade no meio de cultivo e as posições de crescimento das bactérias representadas na figura fornecida.

As dimensões do conhecimento “factual” e “conceitual” são necessárias para a resolução do item 124. O “conhecimento factual” se refere ao domínio dos conceitos de aerobiose e anaerobiose (estrita ou facultativa). Espera-se, também, que o respondente reconheça o perfil de crescimento de microrganismos em diferentes profundidades de um meio de cultura. Em relação ao “conhecimento conceitual”, espera-se que o respondente correlacione essas informações e compreenda que diferenças na disponibilidade de gás O₂, em função da profundidade no meio de cultivo, propiciariam o crescimento de bactérias em diferentes regiões, conforme sua capacidade metabólica.

4. Considerações Finais

Embora os itens avaliados tenham diversas características em comum, como o enunciado composto por um pequeno texto e por uma figura representativa do resultado de um experimento, os microdados do ENEM revelaram grandes diferenças em relação aos seus parâmetros de discriminação, acerto ao acaso e dificuldade. A análise detalhada por TBR, apresentada neste estudo, pode auxiliar no entendimento dessas diferenças.

A resolução de ambos os itens requeria do respondente a mobilização das dimensões do processo cognitivo: lembrar, entender e aplicar; porém, a resolução do item 115 demandava também a dimensão analisar. Em relação às dimensões do conhecimento, o item 115 era baseado no conhecimento factual, conceitual e processual, enquanto o item 124 se fundamentava apenas no conhecimento factual e conceitual. Pode-se afirmar, portanto, que o item 115 dependia de dimensões superiores do processo cognitivo e do conhecimento em comparação com o item 124.

Ressalta-se, ainda, a importância dos distratores de cada questão. Enquanto o item 115 apresentou distratores diversificados entre si, que requeriam também a mobilização de diferentes conhecimentos, os distratores do item 124 eram muito semelhantes, alternando as classificações apresentadas, mas sem informações adicionais que pudessem gerar dúvidas nos respondentes.

É importante também destacar que a temática abordada na questão 124 é recorrente em diferentes avaliações, sendo que a figura apresentada neste item é muito semelhante a imagens presentes em outros tipos de material, como sites (Alegsa, 2021), livros didáticos (Lopes e Rosso, 2010, p. 91) e vestibulares anteriores (UEFS, 2017).

Assim, a análise por TBR dos itens 115 e 124 do ENEM 2024 demonstrou que há diferenças marcantes entre as dimensões do processo cognitivo e do conhecimento requeridas em suas resoluções, sendo que o item 115 exigia conhecimentos mais complexos dos respondentes. Tal fato reverberou em seus parâmetros de discriminação, acerto ao acaso e dificuldade, conforme microdados divulgados pelo INEP. Tem-se, portanto, uma nova evidência de que a TBR pode ser utilizada na análise de itens de avaliações.

Além de orientar intervenções didáticas, as avaliações integrantes da prática escolar constituem uma ferramenta estratégica para preparar os alunos para exames como o ENEM, pois podem possibilitar o desenvolvimento das competências e habilidades exigidas, promovendo aprendizagens significativas e alinhadas às demandas educacionais contemporâneas. Destaca-se, ainda, que o ENEM é um exame de grande monta no cenário educacional brasileiro, o que torna muito relevante se debruçar sobre seu funcionamento e seus impactos no ensino e na aprendizagem. A TBR pode, também, auxiliar professores na análise de seus próprios itens, durante a elaboração de suas avaliações escolares. Portanto, pesquisar sobre avaliações educacionais e seus desdobramentos em torno do processo de ensino-aprendizagem é fundamental para balizar o planejamento educacional, buscando torná-lo cada vez mais efetivo.

Referências

- Alegsa, L. (2021). *Organismo anaeróbio*. Alegsa Online. <https://pt.alegsaonline.com/art/3735>
- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives (Complete edition)*. Addison Wesley Longman.
- Antunes, C. (2012). *A avaliação da aprendizagem escolar* (4^a ed.). Vozes.
- Araújo, T. M., Souza Testasicca, M. C., & Oliveira, A. R. (2021). Proposição de uma sequência didática complementar ao livro didático para o ensino de histologia animal no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, 16(1), 159–185.
- Brasil. (2002). *Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Documento básico*. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. INEP. <http://portal.inep.gov.br/documents/186968/484421/ENEM+-+Exame+Nacional+do+Ensino+M%C3%A9dico+documento+b%C3%A1sico+2002/193b6522-cd52-4ed2-a30f24c582ae941d>

- Brasil. (2009). *Matriz de Referência para o ENEM 2009*. Ministério da Educação & Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. http://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf
- Brasil. (2010a). *Portaria Normativa MEC nº 2, de 26 de janeiro de 2010: Institui e regulamenta o Sistema de Seleção Unificado*. Ministério da Educação. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=2704-sisuportarianormativa2&Itemid=30192
- Brasil. (2010b). *Guia de elaboração e revisão de itens do ENEM*. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). https://docs.ufpr.br/~aanjos/CE095/guia_elaboracao_revisao_itens_2012_INEP.pdf
- Brasil. (2012a). *Portaria Normativa MEC nº 21, de 5 de novembro de 2012: Dispõe sobre o Sistema de Seleção Unificada – SiSU*. Ministério da Educação. <http://www.sisu.furg.br/images/portaria21mec.pdf>
- Brasil. (2012b). *Entenda sua nota do ENEM: Guia do participante*. Ministério da Educação – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. http://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/manuais/2012/guia-do-participante-Notas.pdf
- Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). (2023). *Guia de elaboração e revisão de itens: Banco Nacional de Itens – Enade*. Inep.
- Brasil. Ministério da Educação. (2024a). *Edital de Processo Seletivo nº 2/2024: Programa Universidade para Todos (PROUNI)*. Diário Oficial da União: Seção 3 – Extra A, 12-A, 1. https://prouniportal.mec.gov.br/images/legislacao/2024/edital_nr_2_de_16_de_janeiro_de_2024.pdf
- Brasil. Ministério da Educação. (2024b). *Edital de Processo Seletivo nº 10/2024: Fundo de Financiamento Estudantil (FIES)*. Diário Oficial da União: Seção 3, 46, 37–39. https://portalfies.mec.gov.br/arquivos/edital_n_10_06032024.pdf
- Dias, V. S., Silva, F. A., & Kitamura Filho, Y. (2021). Análise das questões de Física do Exame Nacional do Ensino Médio na perspectiva da taxonomia de Bloom revisada (2014–2019). *Revista de Enseñanza de la Física*, 33(2), 495–502.
- Ferraz, A. P. C. M., & Belhot, R. V. (2010). Taxonomia de Bloom: Revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. *Gestão & Produção*, 17, 421–431.
- Gamboa Solano, L., Mora, M. G. G., Mena, A., & Mata, A. C. U. (2023). Taxonomía revisada de Bloom como apoyo para la redacción de resultados de aprendizaje y el alineamiento constructivo. *Revista Innovaciones Educativas*, 25(38), 140–155.
- Goodner, B., & Quatrano, R. S. (1993). Fucus embryogenesis: A model to study the establishment of polarity. *The Plant Cell*, 5, 1471–1481.
- Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). (2025). *Microdados do ENEM 2024*. Inep. https://download.inep.gov.br/microdados/microdados_enem_2024.zip
- Lopes, S., & Rosso, S. (2010). *Bio: Volume 3* (1^a ed.). Saraiva.
- Passos, B. S., & Vasconcelos, A. K. P. (2023). Análise de questões do ENEM sobre funções inorgânicas à luz da Taxonomia de Bloom Revisada. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 19(43), 107–122.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Pereira, G. de C. (2025). *Oficinas pedagógicas: Aplicando a Taxonomia Revisada de Bloom na formação docente em avaliação qualitativa da aprendizagem* [Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo].
- Petersen, C. B., & De Lucca, D. N. J. (2021). Análise da complexidade de itens do ENADE conforme critérios da taxonomia de Bloom revisada: Contribuições ao ensino de estética. *Revista Interdisciplinar de Saúde e Educação*, 2(2).
- Soares, D. J. M., Soares, T. E. A., & Dos Santos, W. (2021). Análise da qualidade psicométrica da prova de matemática do Exame Nacional do Ensino Médio brasileiro de 2018. *Actualidades Investigativas en Educación*, 21(1), 86–115.
- Tortora, G., Case, C. L., Bair III, W. B., Weber, D., & Funke, B. R. (2024). *Microbiologia*. Artmed Editora.
- Trevisan, A. L., & Amaral, R. G. (2016). A taxonomia revisada de Bloom aplicada à avaliação: Um estudo de provas escritas de Matemática. *Ciência & Educação*, 22(2), 451–464.
- Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). (2017). *ProSel 2017.2 – 2º dia de provas*. Coordenação de Seleção e Admissão UEFS. http://csa.uefs.br/index.php/download/file/prosel/uefs2017_2_caderno_prova_II_versao_1
- Vasconcelos, L. H. (2025). *Aprimoramento do acesso e qualidade de ferramentas de visualização dos microdados do ENEM para alunos e professores* [Monografia de Bacharelado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul].