

**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS**

**CÉLIO DOS SANTOS GÓES**

**ANÁLISE DOS CONTEÚDOS E ÁREAS PREDOMINANTES DE QUÍMICA  
DAS PROVAS DO ENEM DOS ÚLTIMOS CINCO ANOS (2020 - 2024):  
VERIFICAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA BNCC NA CONSTRUÇÃO**

CÉLIO DOS SANTOS GÓES

ANÁLISE DOS CONTEÚDOS E ÁREAS PREDOMINANTES DE QUÍMICA DAS  
PROVAS DO ENEM DOS ÚLTIMOS CINCO ANOS (2020 - 2024): VERIFICAÇÃO  
DA INFLUÊNCIA DA BNCC NA CONSTRUÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas como requisito básico para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Francyllle Moura de Oliveira Bernardo

Maceió - AL  
2025



CÉLIO DOS SANTOS GOES

ANÁLISE DOS CONTEÚDOS E ÁREAS PREDOMINANTES DE QUÍMICA DAS  
PROVAS DO ENEM DOS ÚLTIMOS CINCO ANOS (2020 - 2024): VERIFICAÇÃO  
DA INFLUÊNCIA DA BNCC NA CONSTRUÇÃO


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas como requisito básico para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Francielle Moura de Oliveira Bernardo

Aprovado em: 01 / 07 / 2025

**BANCA EXAMINADORA**


Documento assinado digitalmente

 **FRANCIELLE MOURA DE OLIVEIRA BERNARDO**  
Data: 14/11/2025 17:49:10-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Francielle Moura de Oliveira Bernardo (Orientadora)


Documento assinado digitalmente

 **LEONARDO VIEIRA DA SILVA**  
Data: 05/11/2025 09:52:35-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Leonardo Vieira da Silva (Membro interno - IFAL)

Documento assinado digitalmente

 **THATIANE VERÍSSIMO DOS SANTOS MARTINS**  
Data: 03/11/2025 16:47:29-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Thatiane Veríssimo dos Santos Martins (Membro externo - UFAL)

## **AGRADECIMENTO**

Em primeiro lugar, agradeço aos meus pais pelo amor incondicional, pela educação, pelo exemplo de dedicação e pelo apoio. Aos meus amigos, pela companhia e pelos momentos compartilhados ao longo desta jornada.

Agradeço, em especial, à minha orientadora, professora Dra. Francielle Moura, por ter aceitado me orientar, pela paciência e pelo incentivo ao longo deste processo. Sua orientação foi fundamental para a concretização deste trabalho, e serei sempre grato pelas contribuições que me ajudaram a crescer tanto academicamente quanto pessoalmente.

Minha gratidão a todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

O presente trabalho apresenta o histórico e a estrutura do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), destacando sua evolução como principal mecanismo de acesso ao ensino superior no Brasil e sua vinculação às competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Bem como os desafios enfrentados no ensino de Química, como a falta de estrutura nas escolas, a dificuldade de aprendizagem dos alunos e a formação inadequada de docentes. Além disso, são analisadas as orientações da BNCC e das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), que enfatizam a formação integral dos estudantes, com foco no desenvolvimento de competências científicas, pensamento crítico e aplicação dos conhecimentos em situações reais. Tem como objetivo analisar os conteúdos de Química presentes nas provas do ENEM, no eixo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, entre os anos de 2020 à 2024. A pesquisa buscou identificar os temas mais recorrentes, os contextos utilizados nas questões e as habilidades da BNCC mais frequentemente abordadas. A metodologia adotada foi de caráter quantitativo e qualitativo, envolvendo levantamento bibliográfico, análise documental das provas e categorização das questões segundo os conteúdos e habilidades da BNCC. Os resultados evidenciaram a predominância das áreas de Físico-Química 28,39%, Química Orgânica 28,39% e Química Ambiental 18,52%, além da forte presença de questões contextualizadas com temas como saúde, meio ambiente e tecnologia. As habilidades EM13CNT104, EM13CNT301 e EM13CNT307 foram as mais frequentes. Por fim, o ENEM prioriza uma abordagem interdisciplinar e contextualizada, alinhada aos princípios da BNCC, exigindo do estudante a mobilização de conhecimentos integrados para a resolução de problemas.

**Palavras-chaves:** ENEM; química; BNCC; ensino de química; conteúdos de química.

## ABSTRACT

This study presents the history and structure of the National High School Exam (ENEM), highlighting its evolution as the main mechanism for access to higher education in Brazil and its alignment with the competencies and skills of the National Common Curricular Base (BNCC). It also addresses the challenges faced in Chemistry teaching, such as the lack of infrastructure in schools, students' learning difficulties, and the inadequate training of teachers. Furthermore, the study analyzes the guidelines of the BNCC and the National Curriculum Guidelines for High School (DCNEM), which emphasize the integral formation of students, focusing on the development of scientific competencies, critical thinking, and the application of knowledge in real-life situations. The main objective is to analyze the Chemistry content present in the ENEM exams, within the area of Natural Sciences and their Technologies, between the years 2020 and 2024. The research aimed to identify the most recurring topics, the contexts used in the questions, and the BNCC skills most frequently addressed. The methodology adopted was both quantitative and qualitative, involving a bibliographic review, documentary analysis of the exams, and categorization of the questions according to content and BNCC skills. The results showed a predominance of the areas of Physical Chemistry 28,39%, Organic Chemistry 28,39%, and Environmental Chemistry 18,52%, as well as a strong presence of questions contextualized with themes such as health, environment, and technology. The skills EM13CNT104, EM13CNT301, and EM13CNT307 were the most frequent. In conclusion, the ENEM prioritizes an interdisciplinary and contextualized approach, aligned with the principles of the BNCC, requiring students to mobilize integrated knowledge for problem-solving.

**Keywords:** ENEM; chemistry; BNCC; chemistry education; chemistry contents.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Temas transversais na BNCC	23
<b>Figura 2</b> - Habilidades da BNCC relacionado à competência 1	24
<b>Figura 3</b> - Habilidades da BNCC relacionado à competência 2	24
<b>Figura 4</b> - Habilidades da BNCC relacionado à competência 3	25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Classificação das questões do exame de 2020 e associação com a BNCC	29
<b>Tabela 2</b> - Classificação das questões do exame de 2021 e associação com a BNCC	33
<b>Tabela 3</b> - Classificação das questões do exame de 2022 e associação com a BNCC	36
<b>Tabela 4</b> - Classificação das questões do exame de 2023 e associação com a BNCC	41
<b>Tabela 5</b> - Classificação das questões do exame de 2024 e associação com a BNCC	44

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Grau de dificuldade das questões	19
<b>Gráfico 2</b> - Nota média na prova do ENEM em Ciência da Natureza	19
<b>Gráfico 3</b> - Distribuição por área de conhecimento - ENEM 2020	31
<b>Gráfico 4</b> - Distribuição por área de conhecimento - ENEM 2021	38
<b>Gráfico 5</b> - Distribuição por área de conhecimento - ENEM 2022	39
<b>Gráfico 6</b> - Distribuição por área de conhecimento - ENEM 2023	46
<b>Gráfico 7</b> - Distribuição por área de conhecimento - ENEM 2024	47
<b>Gráfico 8</b> - Comparativo geral das provas do ENEM (2020 à 2024)	48

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

BNCC-EM – Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio

CF – Compreender fenômenos

CA – Construir argumentação

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

DL – Dominar linguagens

EP – Elaborar propostas

SP – Enfrentar situações-problema

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

ENCCEJA – Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos

FIES – Fundo de Financiamento Estudantil

IES – Instituições de Ensino Superior

MEC – Ministério da Educação

PROUNI – Programa Universidade para Todos

SISU – Sistema de Seleção Unificada

TDIC – Tecnologias digitais de informação e comunicação

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>13</b>
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	13
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>14</b>
3.1 ENEM – BREVE HISTÓRICO E ESTRUTURA	14
3.2 QUÍMICA – ENSINO, ENEM E PROBLEMATIZAÇÕES	17
3.3 COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO	21
<b>4 METODOLOGIA</b>	<b>27</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>28</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>55</b>
ANEXO A - QUESTÕES DE QUÍMICA DO ENEM 2020	55
ANEXO B - QUESTÕES DE QUÍMICA DO ENEM 2021	60
ANEXO C - QUESTÕES DE QUÍMICA DO ENEM 2022	65
ANEXO D - QUESTÕES DE QUÍMICA DO ENEM 2023	70
ANEXO E - QUESTÕES DE QUÍMICA DO ENEM 2024	75

## 1 INTRODUÇÃO

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) se consolidou como um dos principais instrumentos de avaliação em larga escala no Brasil, desempenhando papel central tanto na democratização do acesso ao ensino superior quanto no diagnóstico da educação básica. O ENEM adota uma abordagem interdisciplinar, com foco na resolução de problemas e na aplicação dos conhecimentos em contextos reais, características que dialogam diretamente com os princípios estabelecidos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM).

Neste contexto, o presente trabalho tem como ênfase as questões do eixo de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e tema central a análise dos conteúdos e áreas predominantes de Química das provas do ENEM dos últimos cinco anos (2020 - 2024): verificação da influência da BNCC na construção, objetivando uma investigação que consiste em mapear os conteúdos mais recorrentes, identificar os contextos utilizados nas questões e verificar quais competências e habilidades da BNCC estão sendo efetivamente contempladas nas avaliações.

Com base na escolha desse tema, a pesquisa justifica-se pela crescente influência que o ENEM exerce sobre o currículo escolar e pelas dificuldades enfrentadas por alunos e professores no processo de ensino-aprendizagem da Química, especialmente em um cenário educacional que exige cada vez mais a articulação entre teoria e prática. Além disso, o exame tem papel decisivo na seleção de estudantes para o ensino superior público, o que reforça a importância de entender seu alinhamento com as políticas curriculares nacionais.

Esta pesquisa segue uma abordagem mista, contemplando tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos. O trabalho foi desenvolvido em três etapas principais: um levantamento bibliográfico sobre o ENEM e o ensino de Química; uma análise documental das provas aplicadas entre 2020 à 2024, com base no caderno cinza do segundo dia de exame; e, por fim, uma categorização das questões segundo os conteúdos abordados e as habilidades da BNCC associadas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Analisar, de forma investigativa, as questões do ENEM no eixo Ciência da Natureza e suas Tecnologias com o foco na disciplina de Química (provas de 2020 à 2024), para uma melhor compreensão da abordagem da disciplina nas provas.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Realizar um levantamento bibliográfico acerca do tema em questão;
- Estudar as provas do eixo Ciência da Natureza e suas Tecnologias de 2020 à 2024;
- Selecionar as questões de Química do ENEM de 2020 a 2024;
- Classificar os conteúdos químicos mais recorrentes em cada ano;
- Identificar os contextos utilizados (meio ambiente, saúde, cotidiano, tecnologia, etc.);
- Analisar a evolução ou constância nas abordagens ao longo dos anos;
- Verificar quais competências e habilidades da BNCC estão presentes nas questões;
- Comparar os resultados com o cenário educacional da disciplina.

### **3 REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 ENEM - BREVE HISTÓRICO E ESTRUTURA**

Diante do cenário educacional brasileiro, as avaliações educacionais em larga escala ocupam papel relevante nos processos de ensino-aprendizagem, permitindo identificar dificuldades e aperfeiçoar esse tipo de seleção, funcionando tanto como instrumentos diagnósticos quanto para seleção para o ensino superior. Quando se pensa em avaliações, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) ganha destaque nacional ao democratizar o acesso ao ensino superior e produzir dados que subsidiam decisões governamentais, com base nisso, torna-se essencial refletir sobre sua trajetória histórica e como se molda frente ao panorama educacional instável.

Fundado em 1998 com a proposta inicial de avaliar o desempenho dos concluintes do ensino médio, o ENEM passou por transformações significativas, especialmente a partir de 2009, consolidando-se, por sua importância, como principal mecanismo de acesso ao ensino superior público no Brasil (INEP, 2025).

O Enem adota diretrizes que valorizam uma abordagem voltada à interdisciplinaridade, a contextualização e a equidade no acesso, como os recursos de acessibilidade e o uso do nome social. Os candidatos submetem-se às provas, que são aplicadas em dois dias e compostas por 180 questões objetivas, 45 para cada área do conhecimento. Além de uma redação dissertativo-argumentativa, engloba quatro áreas do conhecimento, a saber: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias (INEP, 2025).

Configura-se como uma avaliação de ampla abrangência, caracterizando-se como um instrumento de larga escala. Anualmente, o exame ocupa posições de destaque nos debates, sendo frequentemente relacionado a temáticas como educação, juventude, ensino superior e aos indicadores oficiais de desempenho da educação básica (Hollas; Bernardi, 2020).

As questões de múltipla escolha da prova são distribuídas em 30 competências e 120 habilidades, organizadas de acordo com uma matriz de referência voltada à avaliação por competências. Com a implementação da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio (BNCC-EM), estabeleceu 10 competências gerais, 21 competências específicas e um total de 179 habilidades que orientam os objetivos de aprendizagem. Complementarmente, os itinerários formativos, componente central da

nova estrutura curricular, são organizados em torno de 12 habilidades por área do conhecimento, distribuídas em quatro eixos estruturantes: (1) Investigação Científica; (2) Processos Criativos; (3) Mediação e Intervenção Cultural; e (4) Empreendedorismo (Macedo, 2021).

Sobre o Exame Nacional do Ensino Médio, Macedo (2021), enfatiza que:

“Ao estipular que ‘o Exame Nacional do Ensino Médio será realizado em duas etapas’, a Resolução CNE/CEB nº 3/2018 não estabelece que essas etapas sejam realizadas cada uma em um único dia. Da mesma forma, ela não determina que todas as competências e habilidades da BNCC ou dos itinerários sejam abordadas em cada uma das edições do exame: a matriz do Enem deve ter esses documentos como referência, e não ser idêntica a eles”.

A Matriz de Referência do Enem traz os eixos cognitivos que são comuns a todas as áreas de conhecimento, designados como: Dominar linguagens (DL); Compreender fenômenos (CF); Enfrentar situações-problema (SP); Construir argumentação (CA); e Elaborar propostas (EP). Bem como, apresenta as competências e habilidades específicas para cada área do conhecimento supramencionada (INEP, 2025).

O público-alvo do Enem é composto majoritariamente por estudantes que estão concluindo ou que já concluíram o ensino médio. Desde 2010, o exame também passou a funcionar como mecanismo de certificação para esse nível de ensino. No entanto, sua adesão não é obrigatória, nem todos os sujeitos aptos a realizá-lo participam da avaliação, o que impede a generalização plena dos resultados (Hollas; Bernardi, 2020). Estudantes que ainda não concluíram o ensino médio têm a possibilidade de participar da prova na condição de “treineiros”, sendo seus resultados destinados exclusivamente à autoavaliação (INEP, 2025).

Visando orientar aprimoramentos no formato do exame, foi realizada uma consulta pública junto à população, após a consulta, o ENEM passou a ser aplicado em dois domingos consecutivos. Em 2017, com essa reformulação, a redação passou a ser aplicada no primeiro dia do exame. Além disso, a responsabilidade pela certificação do ensino médio foi retomada pelo Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (Encceja) (INEP, 2025).

Antes da abertura das inscrições da edição do Enem 2025, o exame volta a admitir que as provas sejam utilizadas para a certificação de conclusão do ensino médio e para a declaração parcial de proficiência. A mudança foi oficializada pela Portaria nº 382/2025, publicada pelo MEC, que visa estabelecer as diretrizes complementares para o cumprimento da Política Nacional de Avaliação da Educação Básica e busca valorizar

o Enem como instrumento de avaliação da educação básica. Para obter a certificação, o participante deve ter, no mínimo, 18 anos na data da primeira prova, alcançar 450 pontos em cada área do conhecimento e obter pelo menos 500 pontos na redação. Os interessados devem apresentar os resultados e a documentação exigida em instituições autorizadas, como os Institutos Federais. Com isso, o Enem passa a ser mais uma alternativa ao Encceja na certificação do ensino médio. O Enem 2025 terá provas nos dias 9 e 16 de novembro. (INEP, 2025).

A ascensão do ENEM é um marco na trajetória educacional brasileira, assumindo múltiplas funções que vão além da mera avaliação do desempenho discente ao final da educação básica. Sua aplicação tem servido como instrumento para mensurar índices de qualidade no ensino médio, influenciando diretamente na formulação e reorientação de políticas públicas educacionais. No entanto, também configurando-se como mecanismo de acesso ao ensino superior, o ENEM exerce pressão sobre as práticas pedagógicas, fomentando uma reconfiguração dos currículos escolares muitas vezes orientada mais pela lógica da preparação para exames (Hollas; Bernardi, 2020). Deixando de lado a formação crítica e integral dos estudantes.

Ademais, o exame é instrumento de seleção, podendo ser usado como critério de ingresso em programas governamentais como o Sistema de Seleção Unificada (Sisu), o Programa Universidade para Todos (ProUni) e o Fundo de Financiamento Estudantil (Fies), além de ser aceito por algumas instituições de ensino superior em Portugal (INEP, 2025). É adotado por instituições de ensino superior, tanto públicas quanto privadas. Outrossim, desempenha um papel central na concessão de bolsas de estudo (Hollas; Bernardi, 2020). O que reafirma sua importância como mecanismo de democratização do acesso ao ensino superior.

A ampliação do papel do Enem gerou uma série de mudanças no cotidiano escolar, atualmente, observa-se que o trabalho com as disciplinas nas escolas tem se orientado prioritariamente pelas exigências da prova, caracterizada como o principal meio de acesso ao ensino superior público (Romão et al., 2021).

Hollas e Bernardi (2020) expõem que “o ENEM é uma política de avaliação que exerce importante papel regulador no ensino médio”. A avaliação tem forte influência sobre a organização curricular e as práticas pedagógicas nas escolas. Muitas vezes, as escolas deixam de ensinar os assuntos para que os alunos desenvolvam um senso crítico e resolução de problemas, para focar em um aprendizado “para o ENEM”. Por conseguinte, acaba expondo uma educação ainda tradicionalista, focada na

memorização. A realidade das escolas brasileiras é marcada por desigualdades, tal situação contribui para o aumento das lacunas entre o que se ensina em sala de aula, o que deveria ser ensinado e o que é, de fato, cobrado nas avaliações nacionais.

### 3.2 QUÍMICA – ENSINO, ENEM E PROBLEMATIZAÇÕES

Com o caminho histórico percorrido pelo ENEM, sua estrutura e reformulações, acrescenta - se, a estes, dificuldades no ensino de química em um país onde não se valoriza a educação e os profissionais que a compõem. A educação exerce um papel essencial na transformação social, pois capacita o indivíduo para atuar de maneira crítica e responsável em uma sociedade democrática. Ao assegurar direitos e incentivar o cumprimento de deveres, ela contribui para a formação de cidadãos conscientes (Andrade; Lírio, 2024). Dessa forma, a educação se mostra como um meio eficaz que contribui para a construção de uma sociedade mais justa, equitativa e participação social.

O componente curricular de Química se encontra dentro da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que abarcam as disciplinas de Química, Física e Biologia. De acordo com Romão et al., (2021) a disciplina de Química, é frequentemente abordada no ENEM por meio de questões contextualizadas, que procuram estabelecer relações entre os conteúdos químicos e situações do cotidiano, sobretudo temáticas ambientais como poluição, chuva ácida, tratamento de água e fontes de energia renováveis. Segundo Xavier et al., (2021) no contexto da disciplina de Química, a educação brasileira enfrenta inúmeros desafios relacionados ao ensino-aprendizagem das Ciências da Natureza.

Xavier et al., (2021) frisa que as dificuldades enfrentadas pelos alunos na aprendizagem dos conteúdos de ciências, especialmente em Química, são preocupantes e refletem desafios na compreensão da disciplina, essa realidade contribui para um cenário de desmotivação em relação ao ensino do componente curricular.

Ao se traçar um panorama geral sobre a situação do ensino-aprendizagem de Química, é possível identificar uma série de fatores que contribuem para as dificuldades enfrentadas nesse processo. Entre eles, destacam-se a natureza altamente abstrata dos conteúdos, a falta de contextualização com a realidade dos estudantes, a ênfase na memorização e a apresentação fragmentada dos saberes. À vista disso, Xavier et al., (2021) salienta que a fragmentação externa dos conteúdos no ensino de Química

acarreta uma abordagem superficial e sobrecarregada, dificultando a apreensão dos princípios fundamentais que estruturam essa ciência. Segundo a autora, em decorrência desse processo, os estudantes deixam de reconhecer a Química como um componente essencial para a compreensão dos fenômenos naturais e dos processos biológicos que sustentam a vida, passando a atribuir à disciplina uma imagem de complexidade excessiva, desinteresse e inacessibilidade. Esses aspectos ajudam a explicar os desafios persistentes no desenvolvimento de uma aprendizagem significativa na disciplina.

Para Xavier et al., (2021) dada a natureza e especificidades desse componente, no contexto escolar, a Química evidencia limitações que, em muitos casos, se mostram mais acentuadas do que aquelas observadas nos demais componentes da área de Ciências da Natureza. Essa situação decorre das dificuldades anteriormente mencionadas, acrescidas da carência de laboratórios e materiais para experimentação, à falta de professores formados em licenciatura em química, a tecnologia usada de forma inadequada, bem como ao predomínio de metodologias tradicionais.

Em relação a problemática do ensino de Química, Xavier et al. (2021) ressalta que;

“(…) quando se fala das dificuldades dos alunos em compreender os conceitos químicos, sempre associamos primeiro com a precariedade de algumas instituições públicas no quesito estrutura física, algumas não possuindo Laboratório de Ciências ou este encontrando-se em estado sucateado, como também, a carência de recursos fornecida à escola e a qualificação dos docentes. Este último se enquadra de forma persistente na realidade da educação em química, na qual boa parte dos docentes que se encontram em sala de aula, apresentam na maioria das vezes outra formação, não sendo este qualificado para lecionar química, e do mesmo modo, o aluno tende a não compreender a importância da química perante a sociedade, pois este componente curricular constrói uma visão crítica e contribui como formadora de opinião.”

Para Andrade e Lírio (2024) diante das rápidas transformações do cenário atual, é essencial repensar as práticas educacionais para torná-las mais eficazes. A busca por alternativas no ensino se mostra fundamental para acompanhar essas mudanças e promover a aprendizagem. Em face do exposto, tais alternativas devem favorecer a construção do conhecimento, assim, contribuem diretamente para o desenvolvimento do pensamento crítico. A educação, portanto, precisa se adaptar para formar sujeitos capazes de analisar, questionar e transformar a realidade.

Com o avanço tecnológico e a crescente participação das gigantes de tecnologia na educação, torna - se muito importante a reflexão sobre o impacto dessas inovações

no processo de ensino-aprendizagem de Química. Além disso, é fundamental garantir que a tecnologia seja utilizada de forma ética, consciente, inclusiva e que potencialize o pensamento crítico dos estudantes. Sendo assim, o Governo Federal em parceria com o Ministério da Educação (MEC), criaram a Lei nº 15.100/2025, que restringe o uso de celulares nas escolas e foi sancionada pelo presidente em exercício Luiz Inácio Lula da Silva em 13 de janeiro de 2025 (Brasil, 2025).

A referida Lei surgiu a partir do “(...) debate sobre o uso desses aparelhos nas escolas, que gera grande preocupação a especialistas e à população em geral, devido aos impactos negativos no aprendizado, na concentração e na saúde mental dos jovens (Gov, 2025).” E regula o uso de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais, por estudantes da educação básica em redes de ensino, escolas públicas e privadas. Ademais, proíbe o uso desses dispositivos durante as aulas, recreios e intervalos, exceto para fins pedagógicos, necessidades de saúde, acessibilidade, inclusão ou situações emergenciais. As instituições de educação básica têm liberdade para definir como implementar as novas restrições, desde que estejam de acordo com o disposto na nova Lei (Brasil, 2025). Outrossim, tais mudanças na legislação normativa influencia diretamente o processo de ensino-aprendizagem, demandando práticas pedagógicas adequadas com a realidade da sociedade contemporânea.

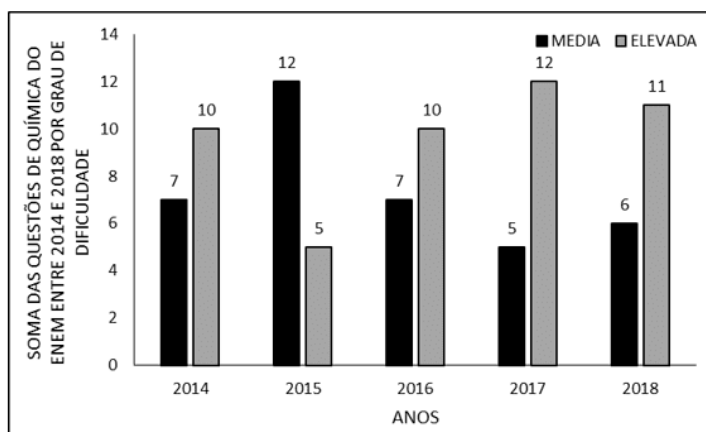
Desse modo, Xavier et al. (2021) enfatiza que o ensino de Química é essencial na formação dos alunos, uma vez que essa área do conhecimento está intrinsecamente ligada à sociedade e integrada ao dia a dia dos discentes. Isso exige que eles possuam conhecimentos fundamentais para compreender e utilizar de forma coerente as tecnologias disponíveis em seu entorno.

Os percalços no processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina refletem os desempenhos observados em avaliações, sejam elas de caráter interno ou externo (Xavier et al., 2021). Nesse sentido, o ENEM caracteriza-se como um importante instrumento de avaliação, repercutindo os resultados do ensino-aprendizagem de ciências da natureza nesse componente e porta de ingresso para Instituições de Ensino Superior (IES).

Quando se olha para essa problemática, pode - se comparar a nota média dos alunos no exame de 2016 à 2019 encontrados no Gráfico 1, com o nível de dificuldade presente nas questões de química 2014 à 2018, veja no Gráfico 2. Tal confronto permite argumentar que essas questões estariam em desacordo com a realidade da disciplina no país. Visto que, essa área do conhecimento enfrenta obstáculos consideráveis e

descredibilização frente à sociedade tecnológica atual. Esta argumentação faz nascer um paradoxo; a necessidade de se apropriar dessa ciência como forma de compreensão dos fenômenos naturais e a imagem apontada por Xavier et al., (2021) de complexidade excessiva atribuída a ela, ou até mesmo inacessibilidade.

**Gráfico 1** - Grau de dificuldade das questões



Fonte: GORTZ et al., 2021.

**Gráfico 2** - Nota média na prova do ENEM em Ciência da Natureza

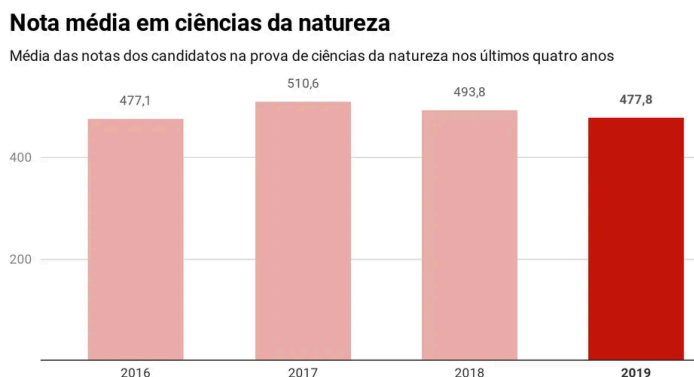


Gráfico: G1 • Fonte: Inep

Fonte: G1, 2020.

A complexidade discrepante percebida no gráfico 1, traz à tona questionamentos pertinentes: a BNCC contribui de forma efetiva para a padronização do currículo da educação básica no Brasil ou aumenta a disparidade educacional? O Enem estaria na contramão do desenvolvimento educacional ao utilizá-la como base de referência? A matriz de referência do exame também contribui para esses resultados? Ou todos os problemas desaguam, única, e exclusivamente, na educação tradicional, arquitetada por políticas públicas falhas? Alguns desses questionamentos podem ser respondidos com esse trabalho, mas uma parte deles exige a realização de outra pesquisa.

A nota média do exame, nos referidos anos como apresentada no gráfico 2, mostra uma queda na média dos candidatos de 2017 a 2019. Ainda em relação a matéria, o G1 (2020) enfatiza os valores alcançados na referida área do conhecimento ciências da natureza com nota mínima de 327,9, uma média de 477,8 e máxima de 860,9. Essas médias podem ser efeitos dos dados do gráfico 1. Mas, mesmo diante das informações é imprescindível destacar o potencial do Enem no Brasil. Os fatos, não servem para “penalizar o exame” e sim para se pensar em caminhos que possam resultar em um aumento na nota média dos candidatos, favorecendo o crescimento educacional e contribuindo para o avanço no estado brasileiro.

### 3.3 COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DE QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Os principais documentos referenciais norteadores do currículo no atual modelo do ensino médio são a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, que destaca as competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes ao longo desta etapa formativa, tal como, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) que por meio da Resolução CNE/B N°2, de 13 de Novembro de 2024, estabelecem as Diretrizes Curriculares para o Ensino Médio e as diretrizes gerais para os Itinerários Formativos.

Fundamentado nessas bases, respectivamente, em relação a BNCC (Brasil, 2018), podemos destacar as competências específicas para Ciências da Natureza e suas Tecnologias;

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da vida, da terra e do cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.
3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Cada uma das competências é acompanhada de habilidades que serão desenvolvidas durante o percurso de concretização da educação básica. A BNCC para

Ciências da Natureza e Suas Tecnologias traz uma abordagem integradora, destacando o ensino e a resolução de problemas. Objetivando desenvolver nos alunos a capacidade de compreender e explicar fenômenos naturais, identificando a relação com os seres vivos, os processos físicos e químicos, e destacando as questões ambientais.

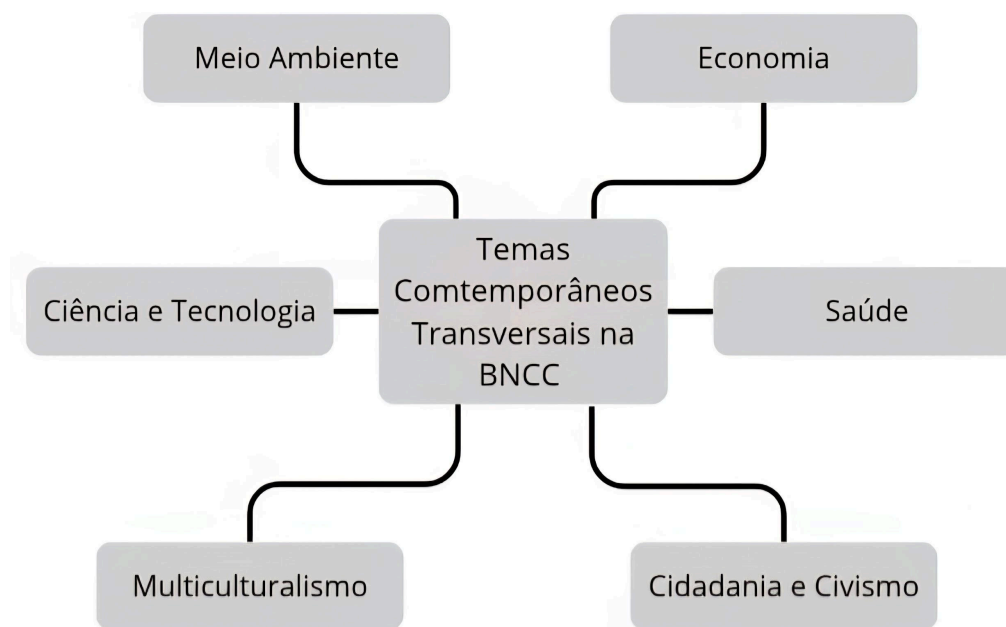
O documento realça que o ensino de Ciências da Natureza envolve reflexões, análises, fazer relações, capacidade de selecionar, analisar situações-problema e avaliar as aplicações do conhecimento científico e tecnológico nas diversas esferas, observação e formulação de hipóteses, trazendo para o cotidiano escolar questões contemporâneas. Em razão disso, estimula o letramento científico dos discentes.

Neste sentido, tem-se na BNCC (Brasil, 2018) como ponto relevante a proposta de integrar as disciplinas com questões ambientais e sociais, pois acaba tornando o ensino mais contextualizado e relevante para os estudantes. Contudo, a BNCC não define como, de fato, essas abordagens devem se desenvolver na prática e nem traz detalhadamente quais conteúdos devem ser cobrados em cada série. Como mencionado por Barroso et al., (2020), nota-se que o documento não apresenta os conteúdos específicos a serem ensinados, mas sim se organiza em torno de competências e habilidades. Essa abordagem implica em um agrupamento amplo e, por vezes, genérico de tópicos que, supostamente, desenvolveriam tais competências, incorporando fragmentos dos conteúdos tradicionais de cada área do conhecimento. No entanto, essa estrutura pode levar à diluição do conteúdo disciplinar, comprometendo a profundidade e a sistematização do saber escolar.

Já para as DCNEM (Brasil, 2024) no art. 9º, define que a organização curricular do Ensino Médio deve promover a formação integral e integrada dos estudantes. Assim como, estabelece a articulação entre a formação geral básica e os itinerários formativos, estes, não devem ser blocos separados, mas sim integrados no currículo. Os direitos de aprendizagem trazidos na BNCC e nas diretrizes das distintas modalidades devem ser respeitados, e são reforçados no art. 10º.

Para os princípios e orientações que devem ser seguidos na construção curricular, apresenta, no art. 11º, os temas transversais, veja Figura 1 já definidos na BNCC e enfatiza a progressão por meio das competências e habilidades. Em consequente, o Art. 12º define o Projeto de Vida como estratégia curricular presente ao longo dos três anos do Ensino Médio (Brasil, 2024).

**Figura 1 - Temas transversais na BNCC**



Fonte: Adaptado de COSTA & JÚNIOR, 2023.

A BNCC dispõe de três competências voltadas para Ciência da Natureza e suas Tecnologias, são elas: 1) Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. 2) Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis. 3) Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). Para cada competência estabelecida, a BNCC desenvolveu as habilidades referentes à elas, Tabela 1.

**Figura 2** - Habilidades da BNCC relacionado à competência 1

HABILIDADES
<b>(EM13CNT101)</b> Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.
<b>(EM13CNT102)</b> Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.
<b>(EM13CNT103)</b> Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica.
<b>(EM13CNT104)</b> Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.
<b>(EM13CNT105)</b> Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.
<b>(EM13CNT106)</b> Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.

Fonte: BRASIL, 2019.

### Figura 3 - Habilidades da BNCC relacionado à competência 2

HABILIDADES
<b>(EM13CNT201)</b> Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.
<b>(EM13CNT202)</b> Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas.
<b>(EM13CNT203)</b> Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.
<b>(EM13CNT204)</b> Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.
<b>(EM13CNT205)</b> Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.
<b>(EM13CNT206)</b> Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.
<b>(EM13CNT207)</b> Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

Fonte: BRASIL, 2019.

### Figura 4 - Habilidades da BNCC relacionado à competência 3

HABILIDADES
<b>(EM13CNT301)</b> Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.
<b>(EM13CNT302)</b> Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.
<b>(EM13CNT303)</b> Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
<b>(EM13CNT304)</b> Analisar e debater situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, distinguindo diferentes pontos de vista.
<b>(EM13CNT305)</b> Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.
<b>(EM13CNT306)</b> Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.
<b>(EM13CNT307)</b> Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.
<b>(EM13CNT308)</b> Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.
<b>(EM13CNT309)</b> Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
<b>(EM13CNT310)</b> Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.

Fonte: BRASIL, 2019.

De acordo com o disposto na DCNEM (Brasil, 2024) a formação geral básica deve ter 3 mil horas mínimas obrigatórias, dessas, parte é destinada a configuração e integração com os Itinerários Formativos com carga horária mínima de 600 horas, exceto em caso de formação técnica e profissional. Afora, dispõe que tais diretrizes devem guiar currículos, formação docente, investimentos e sistemas de avaliação nacionais. E enfatiza no art. 39º § 2º que “Os estudantes que ingressarem no ano letivo de 2026 deverão ser matriculados no Ensino Médio com organização curricular plenamente atualizada à luz desta Resolução”.

Em continuidade a BNCC, ao estabelecer objetivos como; garantir um patamar comum de aprendizagens a todos os estudantes, precisa levar em consideração as desigualdades regionais e socioeconômicas. A aplicação das competências gerais e específicas pode ser comprometida se as escolas não tiverem os recursos necessários para implementar as propostas de ensino de Ciências da Natureza, o que pode resultar em uma implementação desigual. Portanto a BNCC e as DCNEM atualizadas em 2024, discorrem sobre competências e habilidades assim como estão em consonância com suas propostas. Mas, é imprescindível evidenciar que propostas curriculares desprovidas de um currículo comum; com assuntos a serem trabalhados em cada série, em todo território nacional, pode apresentar lacunas e aumentar déficits principalmente em áreas como a ciências da natureza. Logo, propostas embasadas em competências e habilidades e/ou inspiradas em modelos advindos de tendências globais podem parecer flexíveis e inovadoras, entretanto, também podem aumentar a disparidade educacional no país.

Dispondo de toda essa informação, é pertinente entender que as competências e habilidades definidas tem relação direta com a estrutura da prova do ENEM, tendo ela um papel central na construção da prova. É de conhecimento que a prova do ENEM dispõe de uma construção que envolve situações reais para serem resolvidas de acordo com o contexto científico, isso exige o domínio das competências e habilidades previstas na matriz do exame.

Portanto, considerando que a prova do ENEM exige que o aluno interprete criticamente as informações, resolva problemas com base em situações reais e conecte os saberes com as áreas de conhecimento, o foco da preparação para o ENEM deve incluir o desenvolvimento de competências e habilidades, o que está alinhado com uma educação mais reflexiva, crítica e contextualizada.

#### 4 METODOLOGIA

Este trabalho consiste na análise dos conteúdos de Química presentes nas provas do Enem aplicadas nos últimos cinco anos, de 2020 à 2024. A pesquisa possui abordagem mista, contemplando aspectos quantitativos e qualitativos, e está estruturada em três etapas principais: levantamento bibliográfico, análise das provas e comparação dos resultados obtidos.

Inicialmente, realizou-se um estudo bibliográfico com o objetivo de contextualizar historicamente o Enem, abordando suas principais mudanças e a evolução ao longo do tempo. Foram analisadas suas características fundamentais, a matriz de referência, o foco em competências e habilidades, bem como seu papel na educação brasileira, perpassando por sua influência nas instituições de ensino.

Ainda nesta fase, foram consultados artigos científicos e livros relacionados ao ensino de Química, enfatizando as dificuldades inerentes ao processo de ensino-aprendizagem dessa ciência e as problemáticas acerca do tema enfrentadas por educadores e discentes. Em sequência, apresenta os aspectos da BNCC, assim como, as DCNEM. Que juntas, compõem os documentos norteadores do currículo do ensino médio.

A segunda etapa da pesquisa envolveu a análise documental das provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias aplicadas no segundo dia do Enem, utilizando, para fins de padronização, o caderno Cinza. Foram selecionadas as questões de Química dos anos de 2020 à 2024, observando-se a área específica da Química abordada, os conteúdos tratados, bem como as competências e habilidades associadas, conforme estabelecido pela BNCC.

Por fim, na terceira etapa, realizou-se um mapeamento comparativo dos dados obtidos, relacionando os conteúdos identificados nas provas com as competências e habilidades previstas pela BNCC. Os resultados foram organizados e representados graficamente, de modo a facilitar a visualização e interpretação dos dados, permitindo uma análise crítica do alinhamento entre o exame e os documentos curriculares oficiais.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A química é de extrema importância para a sociedade, tendo em vista sua presença em praticamente todos os aspectos da vida. Como ciência, desempenha um papel fundamental na compreensão dos fenômenos da natureza, desenvolvimento tecnológico, energias renováveis, produção de medicamentos, entre outros. Abarcando a totalidade do indivíduo e seu entendimento sobre o mundo.

Um reflexo da importância da compreensão da Química como ciência, está a modificação dos exames para entrada em universidades que a cada ano se importam mais com a necessidade de contextualizar as questões, demonstrando que a ciência é atuante no nosso cotidiano. Nessa perspectiva torna-se fundamental a análise das questões dessa ciência no maior exame do país, o ENEM.

Inicialmente, ao verificar as provas de maneira sistemática, as questões foram organizadas em tabelas com a devida categorização por assunto, área da disciplina e respectivas habilidades da BNCC que estão associadas a elas. Ao avaliar os anos 2020 (Tabela 1), 2021 (Tabela 2), 2022 (Tabela 3), 2023 (Tabela 4) e 2024 (Tabela 5), do caderno cinza de Ciências da Natureza com foco nas questões de Química do ENEM, foi possível observar algumas tendências que serão discutidas ao longo desta seção.

A prova apresenta questões interdisciplinares ou que abarcam assuntos de diversas áreas da química, estando entrelaçados de tal forma que a classificação foi feita com base em sua inclinação e/ou foco principal. Essa abordagem é característica do exame, presente em todas as provas e indo de encontro com o disposto na BNCC e descrito em sua matriz de referência nos eixos comuns a todas as áreas, tais como; DL, CF, SP, bem como as habilidades específicas da área, que de acordo com Romão et al., (2021), “(...) específica oito competências que englobam, no total, 30 habilidades fundamentais e interdependentes, que estão presentes nas provas desde o começo”.

Cabe destacar que as 45 questões de Ciências da Natureza, que abrangem conteúdos de Biologia, Química e Física, são apresentadas de forma integrada na prova do Enem, sem uma divisão explícita por disciplina. Essa organização multidisciplinar, embora valorize a abordagem contextualizada e interdisciplinar, impõe desafios à identificação precisa de qual área do conhecimento cada questão se refere. Em diversos casos, observa-se uma sobreposição de conteúdo, dificultando a classificação clara e exigindo uma análise criteriosa para determinar a predominância de conceitos específicos de uma ou outra disciplina (Andrade; Lírio, 2024).

Convém frisar que a contextualização, quando encarada de forma ampla, em relação ao cenário educacional brasileiro, apresenta restrições quanto a seus objetivos, principalmente quando observado a falta de estrutura e professores na área de química enfatizadas por Xavier et al. (2021) que se tornam mais acentuadas em determinadas regiões do país.

Com base nas tabelas, pode-se perceber que em média são 16,2 questões de química por ano. Especificamente na Tabela 1, referente ao ano de 2020, foram identificadas 18 questões, distribuídas entre seis áreas distintas da Química, o que demonstra uma tentativa de contemplar a diversidade da disciplina. É importante ressaltar que a maioria das questões apresentam forte caráter contextualizado, aspecto apontado por Romão et al., (2021) e presente no texto acima.

O Exame visa avaliar a capacidade de aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da formação em situações e problemáticas presentes na contemporaneidade. No exame de 2020, por exemplo, apenas duas questões não apresentavam contextualização, representando aproximadamente 11,11% do total. Esse dado reforça a ênfase do exame na articulação, evidenciando o alinhamento parcial com os pressupostos da BNCC, sobretudo no que se refere ao desenvolvimento de competências relacionadas à resolução de problemas e à análise crítica de fenômenos do cotidiano.

**Tabela 1** - Classificação das questões do exame de 2020 e associação com a BNCC

Questões	Ciências da Natureza e suas Tecnologias - Química		
	2º dia - caderno: Cinza ENEM 2020		
	Conteúdo	Contextualização	BNCC
92	Físico - Química Tema: Cinética, tempo de meia-vida na hidrólise da sacarose e concentração.	-	(EM13CNT301).
93	Química Ambiental Tema: Desequilíbrio nos ciclos biogeoquímicos.	Ambiental	(EM13CNT307), (EM13CNT203), (EM13CNT106), (EM13CNT105),

			(EM13CNT101).
<b>99</b>	Química Inorgânica Tema: Comparação da emissão de CO <sub>2</sub> entre veículos elétricos e a combustão.	Ambiental	(EM13CNT101), (EM13CNT104), (EM13CNT106), (EM13CNT107), (EM13CNT309), (EM13CNT308), (EM13CNT306).
<b>102</b>	Química Ambiental Tema: Separação de misturas	Ambiental	(EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>103</b>	Química Orgânica Tema: Derramamento do petróleo.	Desastre ambiental	(EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT301). (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>105</b>	Química Orgânica Tema: Polímeros orgânicos e pH.	Indústria farmacêutica	(EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT307).
<b>106</b>	Físico - Química Tema: P.E. e pressão de vapor.	Cotidiano doméstico	(EM13CNT301), (EM13CNT306).
<b>107</b>	Físico - Química Tema: Nanomateriais catalíticos.	Nanotecnologia	(EM13CNT101), (EM13CNT301), (EM13CNT304), (EM13CNT307).
<b>109</b>	Físico - Química Tema: Cartões indicadores de umidade.	Armazenamento de eletrônicos	(EM13CNT301), (EM13CNT307).

<b>110</b>	Físico - Química Tema: Extração de óleos	-	(EM13CNT301), (EM13CNT307).
<b>111</b>	Físico - Química Tema: Solubilização de $\text{CO}_2$ e pH na água	Solubilização de $\text{CO}_2$ e ambiental	(EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>114</b>	Química Orgânica Tema: Polímeros	Ambiental	(EM13CNT101), (EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT309).
<b>117</b>	Química Verde Tema: Uso de materiais menos tóxicos	Química verde, ambiental.	(EM13CNT101), (EM13CNT104), (EM13CNT105), (EM13CNT203), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>122</b>	Química Orgânica Tema: Polímeros biodegradáveis	Ambiental	(EM13CNT101), (EM13CNT104), (EM13CNT306), (EM13CNT307), (EM13CNT309).
<b>126</b>	Química Ambiental Tema: Partículas e queima dos fogos	Ambiental.	(EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>128</b>	Química Geral	Histórica,	(EM13CNT301),

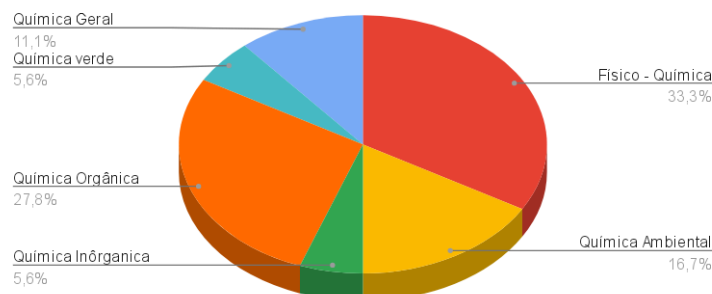
	Tema: Densidade	circulação de moedas	(EM13CNT307).
<b>131</b>	Química Orgânica Tema: Funções orgânicas	Indústria cosmética	(EM13CNT104).
<b>132</b>	Química Geral Tema: Detonação de bomba	Energia nuclear	(EM13CNT103), (EM13CNT104), (EM13CNT106), (EM13CNT203), (EM13CNT304), (EM13CNT309)

Fonte: Autor, 2025.

No que se refere à classificação apresentada na Tabela 1, observa-se uma predominância significativa de temáticas ambientais ou de questões que, de alguma maneira, estabelecem conexões entre os conteúdos químicos e adversidades socioambientais. Destas, 50% apresentam alguma relação com assuntos ambientais. Relacionando a prova com as habilidades presentes na BNCC, aquelas que mais se associam às questões são: EM13CNT104, EM13CNT301 e EM13CNT307. A habilidade EM13CNT307 enfatiza a avaliação das propriedades dos materiais e seu uso adequado em diferentes contextos, priorizando soluções seguras e sustentáveis. A EM13CNT104 propõe uma análise crítica sobre os impactos dos materiais na saúde e no meio ambiente, incentivando decisões responsáveis quanto ao uso e descarte. Já a EM13CNT301 foca na construção do pensamento científico por meio da formulação de hipóteses, uso de instrumentos e interpretação de dados para resolver problemas de forma fundamentada (Brasil, 2018).

As áreas da química em porcentagem e distribuídas neste ano estão apresentadas no Gráfico 3.

**Gráfico 3** - Distribuição por área de conhecimento -ENEM 2020



Fonte: Autor, 2025.

É notória a maior quantidade de questões envolvendo conteúdos de Físico-Química, Química Orgânica e Química Ambiental. No entanto, é igualmente necessário frisar que muitas questões não se limitam a uma única área da Química, mas sim articulam diferentes campos do conhecimento de forma integrada. Em diversos enunciados, observa-se a presença de conceitos de Físico-Química associados à Química Orgânica ou Ambiental, por exemplo. Demonstrando uma abordagem coerente com a proposta da BNCC e com a perspectiva do Enem de avaliar competências.

Essa característica de hibridização entre áreas reforça a complexidade cognitiva exigida dos estudantes, destacada no Gráfico 1 para as provas de 2014 à 2018, e que se caracterizam nas provas dos anos seguintes, que precisam mobilizar diferentes saberes para interpretar os fenômenos apresentados e resolver as situações-problema propostas. Ao invés de uma compartimentalização dos conteúdos.

**Tabela 2** - Classificação das questões do exame de 2021 e associação com a BNCC

Questões	Ciências da Natureza e suas Tecnologias - Química		
	2º dia - caderno: Cinza		ENEM 2021
	Conteúdo	Contextualização	BNCC
94	Química Orgânica Tema: Ésteres em aromas artificiais.	Indústria alimentícia	(EM13CNT104), (EM13CNT301)
97	Físico - Química	Impacto ambiental	(EM13CNT104),

	Tema: Tempo de meia-vida de pesticida organoclorado		(EM13CNT301), (EM13CNT304), (EM13CNT306).
<b>99</b>	Química Orgânica Tema: Produção de sabão	Cotidiano, ambiental	(EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT302), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>101</b>	Físico- Química Tema: pH e equilíbrio ácido-base	Agricultura	(EM13CNT301), (EM13CNT104).
<b>106</b>	Química Analítica Tema: Análise de qualidade	Indústria farmacêutica	(EM13CNT301), (EM13CNT307).
<b>109</b>	Química Orgânica Tema: Isomeria	Saúde	(EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT207).
<b>111</b>	Química Orgânica Tema: Reação ácido-base de Bronsted-Lowry	Meio ambiente	(EM13CNT203), (EM13CNT304), (EM13CNT306).
<b>112</b>	Química Ambiental Tema: biocombustíveis	Suinocultura, meio ambiente	(EM13CNT101), (EM13CNT104), (EM13CNT106), (EM13CNT203), (EM13CNT307), (EM13CNT309).
<b>116</b>	Química Geral Tema: Fermentação alcoólica	-	(EM13CNT301), (EM13CNT101), (EM13CNT104), (EM13CNT106), (EM13CNT203),

			(EM13CNT307), (EM13CNT309).
<b>120</b>	Físico - Química Tema: Células de combustível	-	(EM13CNT301), (EM13CNT101), (EM13CNT104), (EM13CNT106), (EM13CNT203), (EM13CNT307), (EM13CNT309).
<b>124</b>	Química Ambiental Tema: Separação de misturas	Meio ambiente, Estação de tratamento de esgoto	(EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>127</b>	Físico - Química Tema: Força eletromotriz, pilhas	Funcionamento de dispositivos eletrônicos	(EM13CNT107), (EM13CNT301), (EM13CNT308).
<b>128</b>	Físico - Química Tema: Soluções de água e álcool	Alcoolômetro Gay Lussac	(EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>129</b>	Química Orgânica Tema: Polímeros condutores	Aplicação em dispositivos eletrônicos	(EM13CNT106), (EM13CNT107), (EM13CNT307), (EM13CNT308)
<b>133</b>	Química Inorgânica Tema: Ciclo do cobre e redox	-	(EM13CNT105), (EM13CNT203), (EM13CNT301).

Fonte: Autor, 2025.

Nos anos de 2021 e 2022, conforme classificado nas Tabelas 2 e 3, observa-se uma variação no perfil das questões em comparação com o ano de 2020. Do total de 30

questões analisadas nesses dois anos, 7 não apresentaram contextualização, representando 23,33% do total, um crescimento em relação à edição de 2020. Além disso, no exame de 2022, verifica-se uma redução no número de questões de Química Orgânica, que caiu de uma média de 5, registrada nos anos anteriores, para apenas 3. Essa diminuição pode apontar para uma redistribuição dos conteúdos cobrados.

De forma inédita em relação a 2020, os dois exames seguintes também passaram a incluir questões de Química Analítica e Bioquímica, áreas até então ausentes na edição anterior. Ao se defrontar as tabelas com atenção, é possível perceber tópicos de relevância que não apenas refletem as preocupações da sociedade, mas também indicam uma intencionalidade na construção das questões do Enem em articular os conteúdos.

Acompanhando a propensão da prova anterior, os anos avaliados mantêm uma significativa concentração de questões relacionadas ao meio ambiente, representando 33,33% destas. No entanto, é possível perceber uma queda percentual em comparação ao ano anterior. Essa redução pode estar diretamente relacionada à ampliação de temáticas da prova, que passou a incluir com maior frequência outros assuntos considerados cientificamente importantes, como; saúde, agricultura, energia nuclear e conteúdos puramente químicos.

Este último, demonstra um resultado que evidencia que as questões de Química no ENEM priorizam, de maneira consistente, a capacidade do estudante em compreender os fenômenos químicos e estabelecer relações entre conceitos, contextos e aplicações. A prova valoriza o uso adequado da linguagem científica própria da Química, incentivando o raciocínio lógico e a interpretação de dados (Andrade; Lírio, 2024).

**Tabela 3** - Classificação das questões do exame de 2022 e associação a BNCC

Questões	Ciências da Natureza e suas Tecnologias - Química		
	2º dia - caderno: Cinza		ENEM 2022
	Conteúdo	Contextualização	BNCC
94	Química Orgânica Tema: Estrutura dos aromáticos	Histórico de Q. Orgânica	(EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT307).

<b>96</b>	Química Ambiental Tema: Separação de misturas	Estação de tratamento de água	(EM13CNT104), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>99</b>	Química Ambiental Tema: Ciclo do nitrogênio, chuva ácida.	-	(EM13CNT104), (EM13CNT105), (EM13CNT203), (EM13CNT301).
<b>103</b>	Química Ambiental Tema: Uso de ozônio em meio aquoso como sanitizante.	Covid - 19, saúde, ambiente.	(EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT301), (EM13CNT302), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>106</b>	Bioquímica Tema: Atividade catalítica da enzima catalase.	-	(EM13CNT104), (EM13CNT301).
<b>109</b>	Química Inorgânica Tema: reações, propriedades dos ácidos.	-	(EM13CNT104), (EM13CNT205), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>112</b>	Físico-química Tema: Corrosão de metais.	Nanotecnologia	(EM13CNT101), (EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307), (EM13CNT309).
<b>115</b>	Físico - Química Tema: Decaimento da massa do	Acidentes nucleares, saúde.	(EM13CNT101), (EM13CNT103),

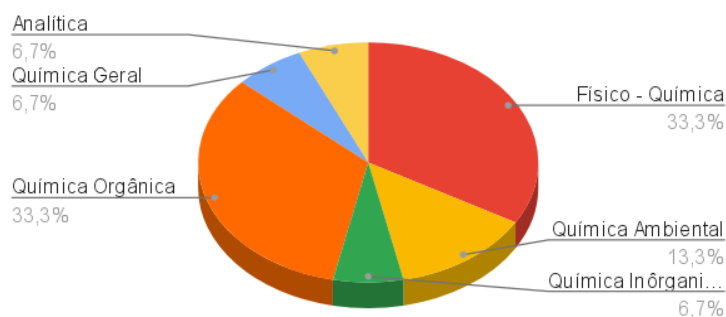
	isótopo $^{131}\text{I}$		(EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT205), (EM13CNT301), (EM13CNT304), (EM13CNT306), (EM13CNT307), (EM13CNT309), (EM13CNT310).
<b>118</b>	Química Orgânica Tema: Produção de etanol a partir de biomassa	-	(EM13CNT101), (EM13CNT307).
<b>119</b>	Química Analítica Tema: Titulação de vinho	Produção de vinho	(EM13CNT301), (EM13CNT307).
<b>122</b>	Química Orgânica Tema: Estrutura derivada da penicilamina	Tratamento de doenças	(EM13CNT104), (EM13CNT301).
<b>126</b>	Bioquímica Tema: Fermentação da sacarose presente no caldo de cana	Produção de combustível	(EM13CNT301), (EM13CNT307).
<b>129</b>	Química Geral Tema: Fonte de energia	Urânio com fonte de energia em reatores nucleares	(EM13CNT103) (EM13CNT104), (EM13CNT106), (EM13CNT203), (EM13CNT301), (EM13CNT304), (EM13CNT306), (EM13CNT307), (EM13CNT309), (EM13CNT310)

132	Química Ambiental Tema: descontaminação emprega o íon persulfato ( $S_2O_8^{2-}$ )	Ambiental	(EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
135	Química Ambiental Tema: natureza química dos produtos	Riscos para a saúde e ambiente	(EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT205), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307).

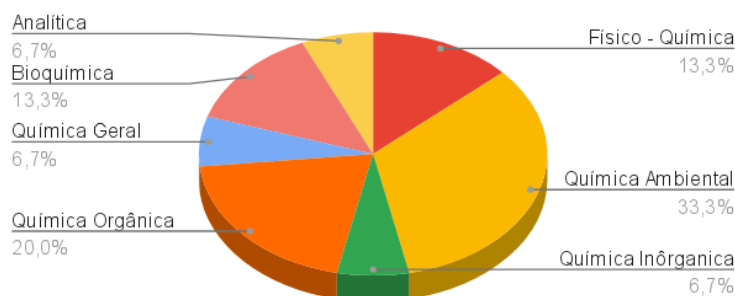
Fonte: Autor, 2025.

As habilidades mais observadas nesses anos foram, além das supracitadas EM13CNT104, EM13CNT301, acrescenta-se as EM13CNT306, EM13CNT203 que envolvem a análise crítica de impactos ambientais e a avaliação de riscos cotidianos com base em conhecimentos científicos. Ambas sugerem o uso de simulações e tecnologias digitais, promovendo uma ciência aplicada e responsável (Brasil, 2018). Sua presença no Enem revela a intenção de ter estudantes mais conscientes, embora nem sempre essas competências sejam cobradas com a profundidade que exigem. Semelhante a 2020, as tabelas 2 e 3 cronologicamente, trazem, em quantidade e variedade as seguintes áreas, veja os Gráficos 4 e 5.

**Gráfico 4 - Distribuição por área de conhecimento - ENEM 2021**



Fonte: Autor, 2025.

**Gráfico 5 - Distribuição por área de conhecimento - ENEM 2022**

Fonte: Autor, 2025.

A análise dos gráficos apresentados demonstra uma variação na distribuição das áreas da Química entre os anos de 2021 e 2022. Em 2021, observa-se um destaque para a Química Orgânica e Físico-Química, ambas com representatividade de 33,3%, seguidas pela Química Ambiental e Química Inorgânica, ambas com 13,3%. A Química Geral e a Química Analítica aparecem em menor percentual, com apenas 6,7% cada. Essa concentração indica uma priorização de conteúdos voltados para transformações químicas e aplicações ambientais, aspectos que vão de encontro com a proposta interdisciplinar e contextualizada da prova.

Já em 2022, percebe-se um equilíbrio maior na distribuição temática, com a presença de uma nova área; a Bioquímica, representando 13,3% das questões. Questões ambientais mantêm-se como as mais abordadas, possivelmente em resposta às discussões globais emergentes e urgentes sobre preservação, sustentabilidade e meio ambiente.

Essa diversificação indica uma reflexão sobre as aplicações da Química na sociedade contemporânea, o que dialoga com a BNCC. Porém, é necessário questionar se essa expansão de temas tem sido realmente acompanhada por uma abordagem crítica, ou se representa apenas uma inserção superficial de novos conteúdos. Para além disso, a cobrança desigual de assuntos da disciplina sugere a existência de preferências curriculares explícitas, que podem afetar diretamente na preparação dos estudantes.

Todavia, o momento histórico vivenciado no período de desenvolvimento e realização das provas, como: aumento das tensões políticas, pandemia, tecnologias emergentes e segurança, interferem diretamente nos assuntos cobrados e nas disciplinas da área que podem aparecer com maior frequência.

Pode-se observar esse comportamento na Tabela 4.

**Tabela 4** - Classificação das questões do exame de 2023 e associação com a BNCC

Questões	Ciências da Natureza e suas Tecnologias - Química 2º dia - caderno: Cinza ENEM 2023		
	Conteúdo	Contextualização	BNCC
97	Química Ambiental Tema: ciclo do nitrogênio	-	(EM13CNT105).
99	Química Analítica Tema: Reações de precipitação	Experimento em aula prática	(EM13CNT104), (EM13CNT205), (EM13CNT301), (EM13CNT306).
102	Química Geral Tema: Energia nuclear	Utilização de tecnologia nuclear	(EM13CNT103), (EM13CNT104), (EM13CNT106), (EM13CNT205), (EM13CNT304), (EM13CNT306), (EM13CNT309), (EM13CNT310).
103	Química Ambiental Tema: Dureza da água	Industrial, controle de qualidade	(EM13CNT205), (EM13CNT301), (EM13CNT306).
105	Físico - Química Tema: Hidratação do cloreto de cálcio anidro, $\text{CaCl}_2$	Comércio de um produto antimifo	(EM13CNT301), (EM13CNT306).
107	Química Orgânica Tema: Molécula que dê origem a um medicamento	Fármacos	(EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT306),

			(EM13CNT307).
<b>108</b>	Bioquímica Tema: Toxicidade do cianeto	-	(EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT306).
<b>110</b>	Química Orgânica Tema: Estrutura de tensoativos e biodegradabilidade	Descarte de detergentes, impactos ambientais	(EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT301), (EM13CNT306).
<b>114</b>	Química Orgânica Tema: Compostos orgânicos e bioacumulação	Agricultura, ambiental, saúde.	(EM13CNT101), (EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT205), (EM13CNT301) (EM13CNT306).
<b>115</b>	Química Ambiental Tema: Composição dos copos e impactos ambientais	Copos reutilizáveis	(EM13CNT301), (EM13CNT307), (EM13CNT309).
<b>116</b>	Química Geral Tema: Comparação entre refrigerantes comum e diet	Saúde	(EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT306).
<b>117</b>	Química Orgânica Tema: Isomeria	Fármacos	(EM13CNT104), (EM13CNT301).
<b>126</b>	Química Orgânica Tema: Estrutura dos hidrocarbonetos	Combustível fósseis	(EM13CNT104), (EM13CNT301).
<b>127</b>	Físico - Química Tema: Frascos de aerossóis, gases	Coleta e limpeza urbana, ambiental	(EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT301),

			(EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>129</b>	Química Orgânica Tema: Interações iônicas entre grupos carboxilato e cátions metálico	Solos amazônicos, biocarvão	(EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307).
<b>130</b>	Físico - Química Tema: Transferência de calor, vaporização	-	(EM13CNT205), (EM13CNT301), (EM13CNT306).
<b>132</b>	Química Orgânica Tema: Oxidação de álcoois	Aroma de alimentos	(EM13CNT205), (EM13CNT301).
<b>134</b>	Físico - Química Tema: Deslocamento de equilíbrio químico	Uso de embalagens adequadas para medicamentos e suplementos	(EM13CNT104), (EM13CNT205), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT307).

Fonte: Autor, 2025.

É possível inferir que ao confrontar todas as provas, temas de grande importância social são identificados nelas, e apresentam - se com recorrência em maior ou menor proporção e aparecem na prova de formas distintas. O tema da saúde aparece, abordando conteúdos como propriedades químicas de medicamentos, processos bioquímicos no organismo e os impactos de substâncias químicas no corpo humano. Essas questões exigem do aluno a capacidade de aplicar conceitos químicos para interpretar situações ligadas à vida, e os efeitos no organismo, estando intrinsecamente ligada com a habilidade EM13CNT104 da BNCC.

No que se refere ao meio ambiente, é perceptível a relação de fenômenos químicos com a preservação ambiental, a gestão de resíduos, polímeros biodegradáveis, química verde, ciclos biogeoquímicos e os ciclos da matéria. Questões que envolvem poluição atmosférica, descarte de materiais ou processos de tratamento de efluentes são

frequentes, reforçando o desenvolvimento de uma consciência ambiental. Mas, a simples menção à temática não garante a conscientização, talvez a repetição exacerbada contribua para uma banalização do assunto frente a problemas cada vez mais acentuados.

Refletindo sobre as provas de 2023 e 2024, presentes nas Tabelas 4 e 5 respectivamente, pode-se atribuir as questões do ENEM as colocações de Romão et al., (2021) que enfatiza uma consolidando da abordagem orientada para questões ambientais, utilizando os impactos socioambientais como eixo central de contextualização das questões de Química. Destacando que as provas antecedentes também corroboram para esse pensamento.

**Tabela 5** - Classificação das questões do exame de 2024 e associação com a BNCC

Questões	Ciências da Natureza e suas Tecnologias - Química		
	2º dia - caderno: Cinza		ENEM 2024
	Conteúdo	Contextualização	BNCC
93	Físico - Química Tema: Energia e combustíveis alternativos.	Biogás em substituição a combustíveis fósseis	(EM13CNT101), (EM13CNT106), (EM13CNT205), (EM13CNT301), (EM13CNT309).
95	Química Ambiental Tema: Produção de alumínio	Reciclagem de latas de alumínio	(EM13CNT101), (EM13CNT301), (EM13CNT302), (EM13CNT307).
99	Físico - Química Tema: Geração de energia	Energias Renováveis	(EM13CNT106), (EM13CNT107), (EM13CNT307), (EM13CNT309).
102	Química Inorgânica Tema: Substâncias fosforescentes	Uso de sulfeto de zinco	(EM13CNT301), (EM13CNT307).

<b>109</b>	Química Inorgânica Tema: Reações de precipitação e separação de misturas.	-	(EM13CNT301), (EM13CNT307),
<b>111</b>	Físico - Química Tema: Equilíbrio químico ácido-base	Desmineralização dos dentes	(EM13CNT104), (EM13CNT205), (EM13CNT301).
<b>112</b>	Físico - Química Tema: mudanças de estado físico	Povo esquimós no iglu	(EM13CNT301).
<b>113</b>	Química Orgânica Tema: Funções orgânicas	Pesticidas naturais, meio ambiente	(EM13CNT101), (EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT306).
<b>116</b>	Bioquímica Tema: Atuação das enzimas	Conservação de alimentos	(EM13CNT205), (EM13CNT301).
<b>124</b>	Química Ambiental Tema: ciclos biogeoquímicos e reações redox	-	(EM13CNT105), (EM13CNT301).
<b>125</b>	Química Inorgânica Tema: Reações de combustão	Poluição Ambiental, saúde	(EM13CNT104), (EM13CNT203), (EM13CNT301), (EM13CNT301), (EM13CNT306), (EM13CNT310).
<b>127</b>	Físico - Química Tema: Reações Redox	Produção de energia a partir de esgoto (biobacterias)	(EM13CNT106), (EM13CNT107), (EM13CNT301), (EM13CNT309).
<b>128</b>	Química Orgânica	Compostos	(EM13CNT301).

	Tema: Conceito de compostos orgânicos.	orgânicos	
<b>132</b>	Química Orgânica Tema: Grupos funcionais, teoria ácido-base de Brønsted-Lowry.	-	(EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT306).
<b>135</b>	Físico - Química Tema: Soluções, cálculo de massa.	Preparação de soro caseiro, saúde	(EM13CNT104), (EM13CNT301), (EM13CNT306).

Fonte: Autor, 2025.

De acordo com Romão et al., (2021), as chamadas questões conteudistas caracterizam-se por exigir do estudante um conhecimento mais técnico e específico, sem necessariamente estabelecer conexões diretas com situações do cotidiano. Essas questões priorizam a avaliação da capacidade de memorização e domínio conceitual por parte dos discentes. E, das 81 questões analisadas, aproximadamente 19,75% têm esse perfil.

Observa-se também nas provas avaliadas que a análise das questões evidenciou que a resolução das mesmas exigia dos alunos um conhecimento que ultrapassam o tema central explicitado no enunciado. Em outras palavras, para chegar à resposta correta, o estudante precisava mobilizar saberes prévios que poderiam estar relacionados a conteúdos já abordados dentro da própria disciplina de Química, ou até mesmo as áreas pertencentes a Ciências da Natureza. O que demonstra de forma clara a intencionalidade do ENEM em promover uma avaliação que valoriza o raciocínio interdisciplinar e o pensamento crítico. (Andrade; Lírio, 2024).

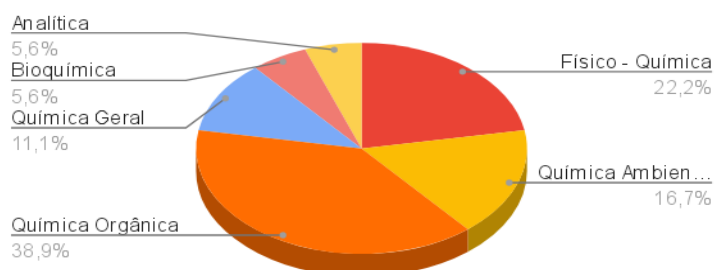
Em termos de BNCC as Tabela 3 e 4, mostram um padrão quando se relacionam, ambas têm, com maior frequência a predominância das habilidades EM13CNT104, EM13CNT301 e EM13CNT307. O que está em consonância com as tabelas anteriores.

Além dessas habilidades mais frequentes, outras competências previstas na BNCC também foram contempladas ao longo dos cinco anos avaliados, embora em menor escala e de maneira mais específica, dependendo da temática central de cada questão. Entre elas, destacam-se as habilidades EM13CNT101, EM13CNT103, EM13CNT105, EM13CNT106, EM13CNT304 e EM13CNT306, que abordam desde o

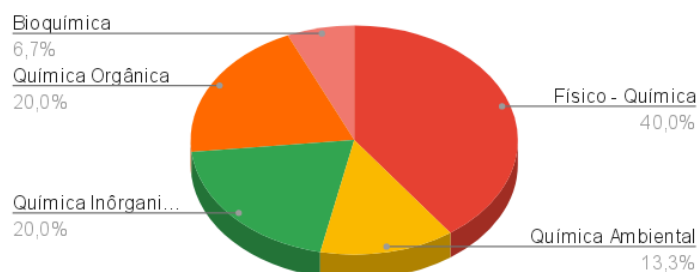
desenvolvimento de argumentos científicos até a análise de transformações químicas e avaliação de riscos (Brasil, 2018). A presença dessas habilidades, ainda que mais pontuais, demonstra que o ENEM busca uma avaliação diversificada, que utiliza estratégias e transita por diferentes campos do conhecimento científico, refletindo os princípios de uma educação integrada e voltada para a formação de um cidadão crítico e reflexivo.

Para as áreas de maior ocorrência no exame, a análise dos Gráficos 6 e 7, que representam respectivamente a distribuição das questões de Química nas provas do ENEM dos anos de 2023 e 2024, revela variações no enfoque temático adotado. Em 2023, observa-se um destaque expressivo para a Química Orgânica, que correspondeu a 38,9% das questões, se contrapondo com o ano de 2022, e reforçando uma tendência já percebida em anos anteriores. Conteúdos como funções orgânicas, propriedades, isomeria de compostos orgânicos tiveram ampla presença. Esse dado sugere um interesse crescente nas aplicações da Química Orgânica no cotidiano, tendo em vista sua importância social.

**Gráfico 6 - Distribuição por área de conhecimento - ENEM 2023**



Fonte: Autor, 2025.

**Gráfico 7 - Distribuição por área de conhecimento - ENEM 2024**

Fonte: Autor, 2025.

Em seguida, o ano de 2023 trouxe uma distribuição relativamente balanceada entre outras áreas como Físico-Química 22,2%, Química Ambiental 16,7% e Química Geral 11,1%, com uma presença discreta, mas relevante, de Química Analítica e Bioquímica, ambas com 5,6%.

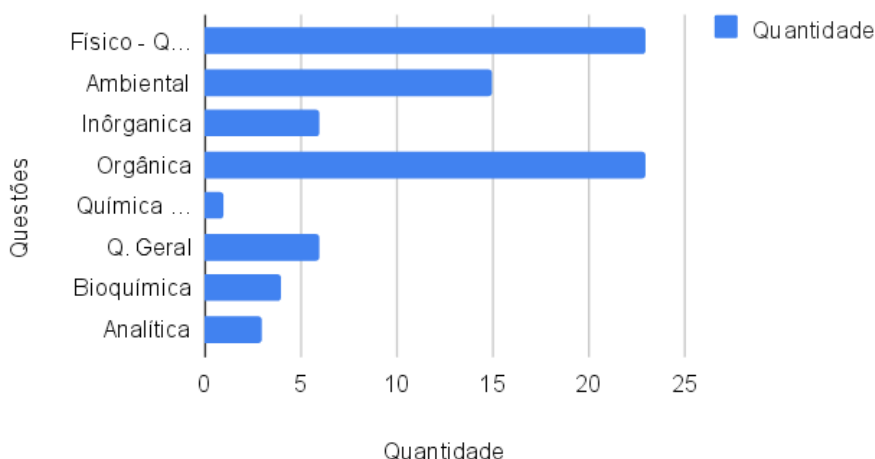
Já em 2024, a distribuição sofreu alterações. A Físico-Química assumiu a liderança com 40% das questões, sinalizando uma ênfase maior em temas como soluções, termoquímica, cinética e equilíbrio químico, áreas que exigem maior capacidade de interpretação de gráficos, tabelas e de resolução de cálculos. A Química Orgânica, por sua vez, teve uma queda proporcional, representando 20%, empatando com a Química Inorgânica, que volta a aparecer com destaque após menor incidência nos anos anteriores. Química Ambiental 13,3% e Bioquímica 6,7% mantiveram-se com participação moderada, refletindo a continuidade da abordagem contextualizada com temas ambientais e de saúde.

Essas variações no perfil das provas demonstram, que ocorre uma promoção e diversificação dos conteúdos abordados e, ao mesmo tempo, preocupação frente aos desafios contemporâneos, como meio ambiente, energias renováveis, tecnologia, saúde e processos industriais. Ademais, reforçam a necessidade do estudante ter conhecimento sobre os assuntos cobrados, formação consolidada, bem como, um olhar atento frente às problemáticas que assolam nossa sociedade. Sendo capaz de articular conceitos teóricos com situações-problema de forma contextualizada, isolada e/ou interdisciplinar. Destacando a importância, nível e valorização do ENEM.

Em um comparativo geral referente ao período de 2020 à 2024, presente no Gráfico 8, que sintetiza a distribuição das questões de Química nas provas do ENEM,

pode-se observar, de maneira clara, que as áreas de Físico-Química e Química Orgânica foram as mais recorrentes ao longo dos cinco anos, ambas com um total de 23 questões cada, que corresponde a um total de 28,39% o que representa relevância significativa dentro do conjunto de questões.

**Gráfico 8 - Comparativo geral das provas do ENEM (2020 à 2024)**



Fonte: Autor, 2025.

A Química Ambiental, com 15 questões, é a terceira com maior frequência, entretanto, deve - se levar em consideração que apesar de representar apenas 18,52% do total, temáticas ambientais estão presentes em grande parte das questões. Ligadas especialmente no que diz respeito à discussão sobre impactos ambientais, sustentabilidade e tecnologias limpas.

Em relação às outras áreas, destaca-se a Química Inorgânica com 7,41% das questões, a Química Geral com 7,41%, e a Bioquímica com 4,94%, além de uma participação pontual de Química Analítica 3,7% e Química Verde 1,23%. Embora em menor número, essas áreas foram contempladas de maneira estratégica, considerando o enfoque contextual exigido pelas matrizes de referência do exame e alinhados às habilidades da BNCC.

Essa análise evidencia que o ENEM privilegia uma abordagem diversificada, mas com ênfase em temas que possibilitem a contextualização social, ambiental e tecnológica dos conteúdos. O gráfico, portanto, reforça a necessidade de uma formação química escolar que seja ampla, integrada e voltada para a resolução de problemas reais,

o que dialoga diretamente com os princípios norteadores da BNCC e com a proposta do exame.

Em contrapartida, o ensino de Química nas escolas brasileiras ainda se mostra predominantemente, desconexo da realidade do estudante, por práticas de ensino tradicionais que não contribuem para o desenvolvimento crítico e descaracteriza a aproximação com cotidiano, fazendo com que esse estudante desconheça a química no meio em que se encontra. Esse cenário reforça a imagem de dificuldade da disciplina e corroboram com os resultados evidenciados pelo G1 (2020) sobre a queda das notas. Assim como favorecem o aumento da lacuna na formação dos estudantes e acabam comprometendo os resultados do exame.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em reflexão às análises realizadas, pode-se afirmar que o ENEM está de acordo com sua matriz de referência e BNCC, alinhados de tal forma que as questões do exame são dispostas em relação a sua contextualização, articulação e interdisciplinaridade, pilares já definidos na BNCC. Cada competência e habilidade vai se desenvolvendo ao longo da prova de ciências da natureza e suas tecnologias.

Diante do exposto, as provas apresentam direções bem definidas em relação a problemáticas emergentes, que em sua maioria apresentam viés ambientais caracterizados por impactos ao meio, ao homem e sociais, com o intuito de promover o pensar mais crítico e desenvolver a linguagem própria da área frente a resolução de problemas bem estruturados. Bem como, temáticas envolvendo a produção de energias renováveis e a dependência de combustíveis fósseis. Do mesmo modo, algumas habilidades são perceptíveis com mais frequência no decorrer de das provas analisadas, dada a natureza e especificidade da química, como a EM13CNT104 que se adapta com a proposta do exame em tratar conteúdos de grande importância para a impactos na saúde e meio ambiente.

No entanto, é preciso considerar que a mera presença de um enunciado contextualizado não garante, o desenvolvimento de um pensamento mais crítico e nem sempre ajuda na resolução das questões, em alguns casos, a contextualização pode funcionar apenas como a simples reprodução de um tema importante, sem exigir do estudante uma mobilização real de saberes interdisciplinares, problematizadores, competências e habilidades.

Em suma, é evidente que o ENEM, entre 2020 à 2024, abordou com maior ênfase as áreas de Físico-Química, Química Orgânica e Química Ambiental, refletindo uma tendência de valorização de conteúdos e com aplicação no cotidiano. Essa distribuição reafirma a importância de uma formação que conceba a química a devida importância no conhecimento e interpretação dos fenômenos que nos cercam. Da mesma forma que integrem diferentes áreas da Química, em consonância com as diretrizes da BNCC e com as demandas sociais e atuais, reforçando a importância do exame no cenário nacional.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)**. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem>. Acesso em: 30 abr. 2025.

COSTA, M. F. da; JÚNIOR, A. J. S. **Estado da arte de pesquisa de temas contemporâneos transversais na formação de professores(as) de Matemática**. Revista Eletrônica de Educação Matemática - REVEMAT, Florianópolis, v. 18, p. 01-20, jan./dez., 2023.

HOLLAS, J.; BERNARDI, L. T. M. dos S. **O Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e as competências para uma Educação Estatística Crítica**. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 28, n. 106, p. 110-134, jan./mar. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362019002701489>. Acesso em: 20 maio 2025.

MACEDO, E. P. N. de. **As diferentes fases do Enem: olhar o passado para pensar o futuro**. Em Aberto, Brasília, v. 34, n. 112, p. 109-124, set./dez. 2021. Disponível em: <https://emaberto.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/4999>. Acesso em: 20 maio 2025.

ROMÃO, I. C. *et al.* **Análise da contextualização dos conteúdos de química nas questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 10215–10224, jan. 2021. ISSN 2525-8761. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-692>. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/23836>. Acesso em: 10 abr. 2025.

ANDRADE, G. H. de; LÍRIO, C. F. da S. **Química no ENEM: investigação dos princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica no período de 2015 a 2020**. Revista Caderno Pedagógico – Studies Publicações e Editora Ltda., Curitiba, v. 21, n. 1, p. 163-197, 2024. ISSN 1983-0882. DOI: 10.54033/cadpedv21n1-009. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/2157>. Acesso em: 2 maio 2025.

XAVIER, R. P. de S. *et al.* **Análise das dificuldades dos alunos no componente curricular de química a partir dos conteúdos abordados no ENEM**. Research, Society and Development, [S.l.], v. 10, n. 15, 2021. ISSN 2525-3409. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.23523>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23523>. Acesso em: 2 maio 2025.

BRASIL. **Lei nº 15.100, de 13 de janeiro de 2025**. Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ed. 9, p. 3, 14 jan. 2025. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-15.100-de-13-de-janeiro-de-2025-606772935>. Acesso em: 2 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Restrição ao uso do celular nas escolas já está valendo.** Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/assuntos/noticias/2025/fevereiro/restricao-ao-uso-do-celular-nas-escolas-ja-esta-valendo>. Acesso em: 30 abr. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília, DF: MEC, 2018. Ensino Médio – Ciências da Natureza e suas tecnologias: p. 513–546. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 1 maio 2025.

BARROSO, M. C. da S. *et al.* **Base Nacional Comum Curricular e as transformações na área das ciências da natureza e tecnologias.** Research, Society and Development, v. 9, n. 2, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i2.1985>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1985>. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. **Resolução CNE/CEB nº 2, de 13 de novembro de 2024.** Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 48, 14 nov. 2024. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/novembro-2024/265041-rceb002-24/file>. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Enem voltará a certificar o ensino médio.** Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/enem/enem-voltara-a-certificar-o-ensino-medio>. Acesso em: 26 maio 2025.

BRASIL. **Exame Nacional do Ensino Médio: caderno de questões – 2º dia:** Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias – Caderno 6, Cinza. Brasília: INEP, 2020. p. 2 - 15. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 7 maio 2025.

BRASIL. **Exame Nacional do Ensino Médio: caderno de questões – 2º dia:** Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias – Caderno 6, Cinza. Brasília: INEP, 2021. p. 2 - 16. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 8 maio 2025.

BRASIL. **Exame Nacional do Ensino Médio: caderno de questões – 2º dia:** Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias – Caderno 6, Cinza. Brasília: INEP, 2022. p. 2 - 16. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 9 maio 2025.

BRASIL. **Exame Nacional do Ensino Médio: caderno de questões – 2º dia:** Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias – Caderno 6, Cinza. Brasília: INEP, 2023. p. 2 - 15. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 10 maio 2025.

BRASIL. **Exame Nacional do Ensino Médio: caderno de questões – 2º dia:** Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Matemática e suas Tecnologias – Caderno 6, Cinza. Brasília: INEP, 2024. p. 2 - 15. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/enem/provas-e-gabaritos>. Acesso em: 11 maio 2025.

GORTZ, J. S. et al. **Química do ensino médio técnico e Enem:** uma comparação curricular. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento, v. 3, p. 89–99, 2021. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/comparacao-curricular>. Acesso em: 1 jun. 2025.

G1. **Notas médias do Enem 2019 caem em todas as provas objetivas.** 17 jan. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/01/17/notas-medias-do-enem-2019-caem-e-m-todas-as-provas-objetivas.ghtml>. Acesso em: 1 jun. 2025.

## ANEXOS

## ANEXO A - QUESTÕES DE QUÍMICA DO ENEM 2020

## Figuras 1 - Questões do Enem 2020

## Questão 92

A sacarase (ou invertase) é uma enzima que atua no intestino humano hidrolisando o dissacarídeo sacarose nos monossacarídeos glicose e frutose. Em um estudo cinético da reação de hidrólise da sacarose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ), foram dissolvidos 171 g de sacarose em 500 mL de água. Observou-se que, a cada 100 minutos de reação, a concentração de sacarose foi reduzida à metade, qualquer que fosse o momento escolhido como tempo inicial. As massas molares dos elementos H, C e O são iguais a 1, 12 e 16 g mol<sup>-1</sup>, respectivamente.

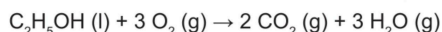
Qual é a concentração de sacarose depois de 400 minutos do início da reação de hidrólise?

- A  $2,50 \times 10^{-3}$  mol L<sup>-1</sup>
- B  $6,25 \times 10^{-2}$  mol L<sup>-1</sup>
- C  $1,25 \times 10^{-1}$  mol L<sup>-1</sup>
- D  $2,50 \times 10^{-1}$  mol L<sup>-1</sup>
- E  $4,27 \times 10^{-1}$  mol L<sup>-1</sup>

## Questão 99

O crescimento da frota de veículos em circulação no mundo tem levado à busca e desenvolvimento de tecnologias que permitam minimizar emissões de poluentes atmosféricos. O uso de veículos elétricos é uma das propostas mais propagandeadas por serem de emissão zero. Podemos comparar a emissão de carbono na forma de CO<sub>2</sub> (massa molar igual a 44 g mol<sup>-1</sup>) para os dois tipos de carros (a combustão e elétrico). Considere

que os veículos tradicionais a combustão, movidos a etanol (massa molar igual a 46 g mol<sup>-1</sup>), emitem uma média de 2,6 mol de CO<sub>2</sub> por quilômetro rodado, e os elétricos emitem o equivalente a 0,45 mol de CO<sub>2</sub> por quilômetro rodado (considerando as emissões na geração e transmissão da eletricidade). A reação de combustão do etanol pode ser representada pela equação química:



Foram analisadas as emissões de CO<sub>2</sub> envolvidas em dois veículos, um movido a etanol e outro elétrico, em um mesmo trajeto de 1 000 km.

CHIARADIA, C. A. Estudo da viabilidade da implantação de frotas de veículos elétricos e híbridos elétricos no atual cenário econômico, político, energético e ambiental brasileiro. Guaratinguetá: Unesp, 2015 (adaptado).

A quantidade equivalente de etanol economizada, em quilograma, com o uso do veículo elétrico nesse trajeto, é mais próxima de

- A 50.
- B 60.
- C 95.
- D 99.
- E 120.

## Questão 93

Grandes reservatórios de óleo leve de melhor qualidade e que produz petróleo mais fino foram descobertos no litoral brasileiro numa camada denominada pré-sal, formada há 150 milhões de anos.

A utilização desse recurso energético acarreta para o ambiente um desequilíbrio no ciclo do

- A nitrogênio, devido à nitrificação ambiental transformando amônia em nitrito.
- B nitrogênio, devido ao aumento dos compostos nitrogenados no ambiente terrestre.
- C carbono, devido ao aumento dos carbonatos dissolvidos no ambiente marinho.
- D carbono, devido à liberação das cadeias carbônicas aprisionadas abaixo dos sedimentos.
- E fósforo, devido à liberação dos fosfatos acumulados no ambiente marinho.

## Questão 102

Em seu laboratório, um técnico em química foi incumbido de tratar um resíduo, evitando seu descarte direto no meio ambiente. Ao encontrar o frasco, observou a seguinte informação: "Resíduo: mistura de acetato de etila e água".

Considere os dados do acetato de etila:

- Baixa solubilidade em água;
- Massa específica = 0,9 g cm<sup>-3</sup>;
- Temperatura de fusão = -83 °C;
- Pressão de vapor maior que a da água.

A fim de tratar o resíduo, recuperando o acetato de etila, o técnico deve

- A evaporar o acetato de etila sem alterar o conteúdo de água.
- B filtrar a mistura utilizando um funil comum e um papel de filtro.
- C realizar uma destilação simples para separar a água do acetato de etila.
- D proceder a uma centrifugação da mistura para remover o acetato de etila.
- E decantar a mistura separando os dois componentes em um funil adequado.

**Questão 103**

Em 2011, uma falha no processo de perfuração realizado por uma empresa petrolífera ocasionou derramamento de petróleo na bacia hidrográfica de Campos, no Rio de Janeiro.

Os impactos decorrentes desse derramamento ocorrem porque os componentes do petróleo

- A reagem com a água do mar e sofrem degradação, gerando compostos com elevada toxicidade.
- B acidificam o meio, promovendo o desgaste das conchas calcárias de moluscos e a morte de corais.
- C dissolvem-se na água, causando a mortandade dos seres marinhos por ingestão da água contaminada.
- D têm caráter hidrofóbico e baixa densidade, impedindo as trocas gasosas entre o meio aquático e a atmosfera.
- E têm cadeia pequena e elevada volatilidade, contaminando a atmosfera local e regional em função dos ventos nas orlas marítimas.

**Questão 106**

As panelas de pressão reduzem o tempo de cozimento dos alimentos por elevar a temperatura de ebulição da água. Os usuários conhecedores do utensílio normalmente abaixam a intensidade do fogo em panelas de pressão após estas iniciarem a saída dos vapores.

Ao abaixar o fogo, reduz-se a chama, pois assim evita-se o(a)

- A aumento da pressão interna e os riscos de explosão.
- B dilatação da panela e a desconexão com sua tampa.
- C perda da qualidade nutritiva do alimento.
- D deformação da borracha de vedação.
- E consumo de gás desnecessário.

**Questão 107**

A nanotecnologia pode ser caracterizada quando os compostos estão na ordem de milionésimos de milímetros, como na utilização de nanomateriais catalíticos nos processos industriais. O uso desses materiais aumenta a eficiência da produção, consome menos energia e gera menores quantidades de resíduos. O sucesso dessa aplicação tecnológica muitas vezes está relacionado ao aumento da velocidade da reação química envolvida.

O êxito da aplicação dessa tecnologia é por causa da realização de reações químicas que ocorrem em condições de

- A alta pressão.
- B alta temperatura.
- C excesso de reagentes.
- D maior superfície de contato.
- E elevada energia de ativação.

**Questão 105**

Na indústria farmacêutica, é muito comum o emprego de substâncias de revestimento em medicamentos de uso oral, pois trazem uma série de benefícios como alteração de sabor em medicamentos que tenham gosto ruim, melhoria da assimilação do composto, entre outras ações. Alguns compostos poliméricos à base do polissacarídeo celulose são utilizados para garantir que o fármaco somente seja liberado quando em contato com soluções aquosas cujo pH se encontre próximo da faixa da neutralidade.

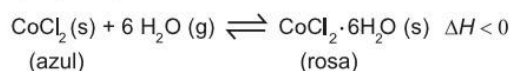
BORTOLINI, K. et al. Análise de perfil de dissolução de cápsulas gastroresistentes utilizando polímeros industriais com aplicação em farmácias magistrais. Revista da Unifebe, n. 12, 2013 (adaptado).

Qual é a finalidade do uso desse revestimento à base de celulose?

- A Diminuir a absorção do princípio ativo no intestino.
- B Impedir que o fármaco seja solubilizado no intestino.
- C Garantir que o fármaco não seja afetado pelas secreções gástricas.
- D Permitir a liberação do princípio ativo pela ação das amilases salivares.
- E Facilitar a liberação do fármaco pela ação dos sais biliares sobre o revestimento.

**Questão 109**

Para garantir que produtos eletrônicos estejam armazenados de forma adequada antes da venda, algumas empresas utilizam cartões indicadores de umidade nas embalagens desses produtos. Alguns desses cartões contêm um sal de cobalto que muda de cor em presença de água, de acordo com a equação química:



Como você procederia para reutilizar, num curto intervalo de tempo, um cartão que já estivesse com a coloração rosa?

- A Resfriaria no congelador.
- B Borrifaria com *spray* de água.
- C Envolveria com papel alumínio.
- D Aqueceria com secador de cabelos.
- E Embrulharia em guardanapo de papel.

**Questão 110**

A obtenção de óleos vegetais, de maneira geral, passa pelas etapas descritas no quadro.

Etapa	Subetapa	O que ocorre
Preparação da matéria-prima	Seleção dos grãos	Separação das sujidades mais grossas
	Descascamento	Separação de polpa e casca
	Trituração	Rompimento dos tecidos e das paredes das células
	Cozimento	Aumento da permeabilidade das membranas celulares
Extração do óleo bruto	Prensagem	Remoção parcial do óleo
	Extração	Obtenção do óleo bruto com hexano
	Destilação	Separação do óleo e do solvente

Qual das subetapas do processo é realizada em função apenas da polaridade das substâncias?

- A** Trituração.
- B** Cozimento.
- C** Prensagem.
- D** Extração.
- E** Destilação.

**Questão 111**

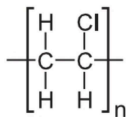
O dióxido de carbono passa para o estado sólido (gelo seco) a  $-78\text{ }^{\circ}\text{C}$  e retorna ao estado gasoso à temperatura ambiente. O gás é facilmente solubilizado em água, capaz de absorver radiação infravermelha da superfície da terra e não conduz eletricidade. Ele é utilizado como matéria-prima para a fotossíntese até o limite de saturação. Após a fixação pelos organismos autotróficos, o gás retorna ao meio ambiente pela respiração aeróbica, fermentação, decomposição ou por resíduos industriais, queima de combustíveis fósseis e queimadas. Apesar da sua importância ecológica, seu excesso causa perturbações no equilíbrio ambiental.

Considerando as propriedades descritas, o aumento atmosférico da substância afetará os organismos aquáticos em razão da

- A** redução do potencial hidrogeniônico da água.
- B** restrição da aerobiose pelo excesso de poluentes.
- C** diminuição da emissão de oxigênio pelos autótrofos.
- D** limitação de transferência de energia entre os seres vivos.
- E** retração dos oceanos pelo congelamento do gás nos polos.

**Questão 114**

Nos dias atuais, o amplo uso de objetos de plástico gera bastante lixo, que muitas vezes é eliminado pela população por meio da queima. Esse procedimento é prejudicial ao meio ambiente por lançar substâncias poluentes. Para constatar esse problema, um estudante analisou a decomposição térmica do policloreto de vinila (PVC), um tipo de plástico, cuja estrutura é representada na figura.



**Policloreto de vinila (PVC)**

Para realizar esse experimento, o estudante colocou uma amostra de filme de PVC em um tubo de ensaio e o aqueceu, promovendo a decomposição térmica. Houve a liberação majoritária de um gás diatômico heteronuclear que foi recolhido em um recipiente acoplado ao tubo de ensaio. Esse gás, quando borbulhado em solução alcalina diluída contendo indicador ácido-base, alterou a cor da solução. Além disso, em contato com uma solução aquosa de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), liberou gás carbônico.

Qual foi o gás liberado majoritariamente na decomposição térmica desse tipo de plástico?

- A**  $\text{H}_2$
- B**  $\text{Cl}_2$
- C**  $\text{CO}$
- D**  $\text{CO}_2$
- E**  $\text{HCl}$

**Questão 117**

A Química Verde é um ramo da química que prega o desenvolvimento de processos eficientes, que transformem a maior parte do reagente em produto, de forma mais rápida e seletiva, que utilizem poucos reagentes, que produzam somente o produto desejado, evitando a formação de coprodutos, e que utilizem solventes não agressivos ao meio ambiente. Assim, as indústrias contornariam problemas relacionados à poluição ambiental e ao desperdício de água e energia.

O perfil de um processo que segue todos os princípios desse ramo da química pode ser representado por:

- A**  $A + B + C \rightarrow D$  (a reação ocorre a altas pressões).
- B**  $A + B \rightarrow C + D$  (a reação é fortemente endotérmica).
- C**  $A + 3B \rightarrow C$  (a reação ocorre com uso de solvente orgânico).
- D**  $3A + 2B \rightarrow 2C \rightarrow 3D + 2E$  (a reação ocorre sob pressão atmosférica).
- E**  $A + \frac{1}{2}B \rightarrow C$  (a reação ocorre com o uso de um catalisador contendo um metal não tóxico).

**Questão 122**

A enorme quantidade de resíduos gerados pelo consumo crescente da sociedade traz para a humanidade uma preocupação socioambiental, em especial pela quantidade de lixo produzido. Além da reciclagem e do reúso, pode-se melhorar ainda mais a qualidade de vida, substituindo polímeros convencionais por polímeros biodegradáveis.

Esses polímeros têm grandes vantagens socioambientais em relação aos convencionais porque

- A** não são tóxicos.
- B** não precisam ser reciclados.
- C** não causam poluição ambiental quando descartados.
- D** são degradados em um tempo bastante menor que os convencionais.
- E** apresentam propriedades mecânicas semelhantes aos convencionais.

**Questão 126**

Megaespetáculos com queima de grande quantidade de fogos de artifício em festas de final de ano são muito comuns no Brasil. Após a queima, grande quantidade de material particulado permanece suspensa no ar. Entre os resíduos, encontram-se compostos de sódio, potássio, bário, cálcio, chumbo, antimônio, cromo, além de percloratos e gases, como os dióxidos de nitrogênio e enxofre.

BRUNNING, A. The Chemistry of Firework Pollution. Disponível em: [www.compoundchem.com](http://www.compoundchem.com). Acesso em: 1 dez. 2017 (adaptado).

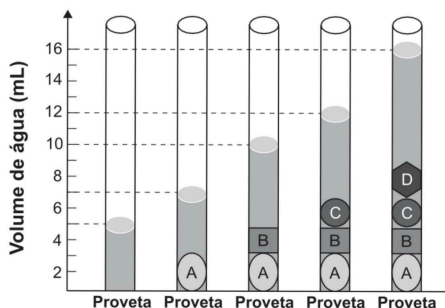
Esses espetáculos promovem riscos ambientais, porque

- A** as substâncias resultantes da queima de fogos de artifício são inflamáveis.
- B** os resíduos produzidos na queima de fogos de artifício ainda são explosivos.
- C** o sódio e o potássio são os principais responsáveis pela toxicidade do produto da queima.
- D** os produtos da queima contêm metais pesados e gases tóxicos que resultam em poluição atmosférica.
- E** o material particulado gerado se deposita na superfície das folhas das plantas impedindo os processos de respiração celular.

**Questão 128**

As moedas despertam o interesse de colecionadores, numismatas e investidores há bastante tempo. Uma moeda de 100% cobre, circulante no período do Brasil Colônia, pode ser bastante valiosa. O elevado valor gera a necessidade de realização de testes que validem a procedência da moeda, bem como a veracidade de sua composição. Sabendo que a densidade do cobre metálico é próxima de  $9 \text{ g cm}^{-3}$ , um investidor negocia a aquisição

de um lote de quatro moedas A, B, C e D fabricadas supostamente de 100% cobre e massas 26 g, 27 g, 10 g e 36 g, respectivamente. Com o objetivo de testar a densidade das moedas, foi realizado um procedimento em que elas foram sequencialmente inseridas em uma proveta contendo 5 mL de água, conforme esquematizado.

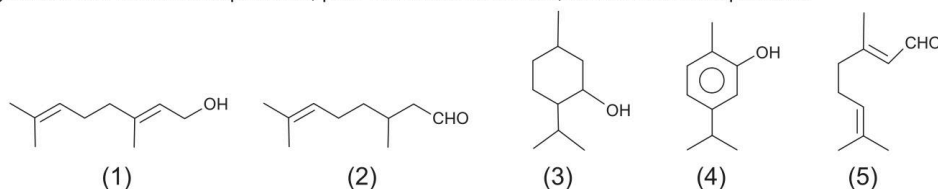


Com base nos dados obtidos, o investidor adquiriu as moedas

- A** A e B.
- B** A e C.
- C** B e C.
- D** B e D.
- E** C e D.

**Questão 131**

Um microempresário do ramo de cosméticos utiliza óleos essenciais e quer produzir um creme com fragrância de rosas. O principal componente do óleo de rosas tem cadeia poli-insaturada e hidroxila em carbono terminal. O catálogo dos óleos essenciais apresenta, para escolha da essência, estas estruturas químicas:



Qual substância o empresário deverá utilizar?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

**Questão 132**

Embora a energia nuclear possa ser utilizada para fins pacíficos, recentes conflitos geopolíticos têm trazido preocupações em várias partes do planeta e estimulado discussões visando o combate ao uso de armas de destruição em massa. Além do potencial destrutivo da bomba atômica, uma grande preocupação associada ao emprego desse artefato bélico é a poeira radioativa deixada após a bomba ser detonada.

Qual é o processo envolvido na detonação dessa bomba?

- A Fissão nuclear do urânio, provocada por nêutrons.
- B Fusão nuclear do hidrogênio, provocada por prótons.
- C Desintegração nuclear do plutônio, provocada por elétrons.
- D Associação em cadeia de chumbo, provocada por pósitrons.
- E Decaimento radioativo do carbono, provocado por partículas beta.

Fonte: INEP, 2020.

## ANEXO B - QUESTÕES DE QUÍMICA DO ENEM 2021

## Figuras 2 - Questões do Enem 2021

Questão 94 enem2021

Com o objetivo de proporcionar aroma e sabor a diversos alimentos, a indústria alimentícia se utiliza de flavorizantes. Em geral, essas substâncias são ésteres, como as apresentadas no quadro.

Nome	Fórmula	Aroma
Benzoato de metila	$C_6H_5CO_2CH_3$	Kiwi
Acetato de isoamila	$CH_3CO_2(CH_2)_2CH(CH_3)_2$	Banana
Acetato de benzila	$CH_3CO_2CH_2C_6H_5$	Pêssego
Propanoato de isobutila	$CH_3CH_2CO_2CH_2CH(CH_3)_2$	Rum
Antranilato de metila	$C_6H_4NH_2CO_2CH_3$	Uva

O aroma do flavorizante derivado do ácido etanoico e que apresenta cadeia carbônica saturada é de

- A kiwi.
- B banana.
- C pêssego.
- D rum.
- E uva.

Questão 97 enem2021

Os pesticidas organoclorados foram amplamente empregados na agricultura, contudo, em razão das suas elevadas toxicidades e persistências no meio ambiente, eles foram banidos. Considere a aplicação de 500 g de um pesticida organoclorado em uma cultura e que, em certas condições, o tempo de meia-vida do pesticida no solo seja de 5 anos.

A massa do pesticida no decorrer de 35 anos será mais próxima de

- A 3,9 g.
- B 31,2 g.
- C 62,5 g.
- D 125,0 g.
- E 250,0 g.

Questão 99 enem2021

A simples atitude de não jogar direto no lixo ou no ralo da pia o óleo de cozinha usado pode contribuir para a redução da poluição ambiental. Mas o que fazer com o óleo vegetal que não será mais usado? Não existe um modelo ideal de descarte, mas uma alternativa simples tem sido reaproveitá-lo para fazer sabão. Para isso, são necessários, além do próprio óleo, água e soda cáustica.

LOBO, I. Sabão feito com óleo de cozinha. Disponível em: <http://pga.pgr.mpf.gov.br>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

Com base no texto, a reação química que permite o reaproveitamento do óleo vegetal é denominada

- A redução.
- B epoxidação.
- C substituição.
- D esterificação.
- E saponificação.

**Questão 101** - enem2021

No cultivo por hidroponia, são utilizadas soluções nutritivas contendo macronutrientes e micronutrientes essenciais. Além dos nutrientes, o pH é um parâmetro de extrema importância, uma vez que ele afeta a preparação da solução nutritiva e a absorção dos nutrientes pelas plantas. Para o cultivo de alface, valores de pH entre 5,5 e 6,5 são ideais para o seu desenvolvimento. As correções de pH são feitas pela adição de compostos ácidos ou básicos, mas não devem introduzir elementos nocivos às plantas. Na tabela, são apresentados alguns dados da composição da solução nutritiva de referência para esse cultivo. Também é apresentada a composição de uma solução preparada por um produtor de cultivo hidropônico.

Espécies químicas	Concentração, mmol/L		
	Composição de referência (5,5 < pH < 6,5)	Solução nutritiva preparada (pH = 4,3)	
Macronutrientes	N (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	1,0	0,8
	P (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	1,0	1,0
	K <sup>+</sup>	6,0	3,5
	Ca <sup>2+</sup>	4,0	3,0
	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2,0	1,0
Micronutrientes	Fe <sup>2+</sup>	90 × 10 <sup>-3</sup>	70 × 10 <sup>-3</sup>
	Cl <sup>-</sup>	-	4,5 × 10 <sup>-3</sup>

LENZI, E.; FAVERO, L. O. B.; LUCHESE, E. B. *Introdução à química da água: ciência, vida e sobrevivência*. Rio de Janeiro: LTC, 2012 (adaptado).

Para correção do pH da solução nutritiva preparada, esse produtor pode empregar uma solução de

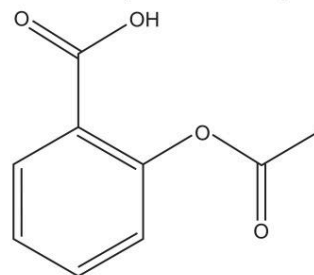
- A** ácido fosfórico, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>.
- B** sulfato de cálcio, CaSO<sub>4</sub>.
- C** óxido de alumínio, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- D** cloreto de ferro(II), FeCl<sub>2</sub>.
- E** hidróxido de potássio, KOH.

**Questão 106** - enem2021

Um técnico analisou um lote de analgésicos que supostamente estava fora das especificações. A composição prevista era 100 mg de ácido acetilsalicílico por comprimido (princípio ativo, cuja estrutura está apresentada na figura), além do amido e da celulose (componentes inertes). O técnico realizou os seguintes testes:

- 1) obtenção da massa do comprimido;
- 2) medição da densidade do comprimido;
- 3) verificação do pH com papel indicador;
- 4) determinação da temperatura de fusão do comprimido;
- 5) titulação com solução aquosa de NaOH.

Após a realização dos testes, o lote do medicamento foi reprovado porque a quantidade de ácido acetilsalicílico por comprimido foi de apenas 40% da esperada.



**Ácido acetilsalicílico**

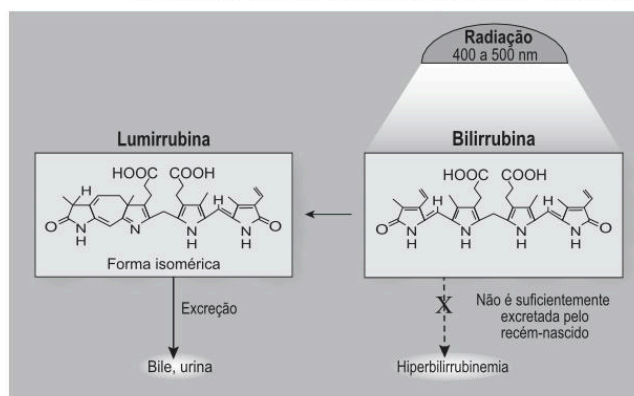
O teste que permitiu reprová-lo foi o de número

- A** 1.
- B** 2.
- C** 3.
- D** 4.
- E** 5.

**Questão 109** - enem2021

A icterícia, popularmente conhecida por amarelo, é uma patologia frequente em recém-nascidos. Um bebê com icterícia não consegue metabolizar e excretar de forma eficiente a bilirrubina. Com isso, o acúmulo dessa substância deixa-o com a pele amarelada. A fototerapia é um tratamento da icterícia neonatal, que consiste na irradiação de luz no bebê. Na presença de luz, a bilirrubina é convertida no seu isômero lumirrubina que, por ser mais solúvel em água, é excretada pela bile ou pela urina. A imagem ilustra o que ocorre nesse tratamento.

MOREIRA, M. et al. *O recém-nascido de alto risco: teoria e prática do cuidar* [on-line]. Rio de Janeiro: Focruz, 2004 (adaptado).



WANG, J. et al. Challenges of phototherapy for neonatal hyperbilirubinemia (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine*, n. 21, 2021 (adaptado).

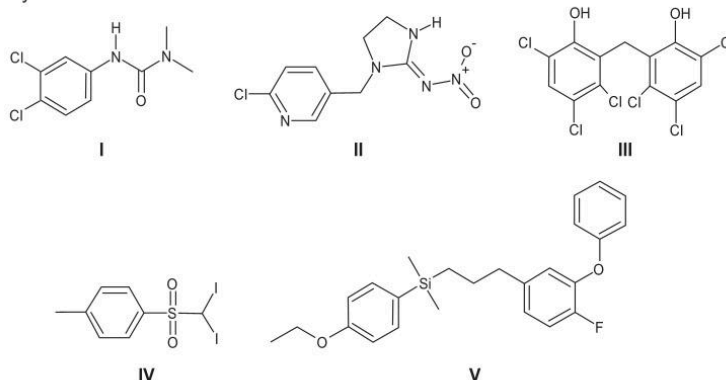
Na fototerapia, a luz provoca a conversão da bilirrubina no seu isômero

- A** ótico.
- B** funcional.
- C** de cadeia.
- D** de posição.
- E** geométrico.

**Questão 111**

enem2021

As águas subterrâneas têm sido contaminadas pelo uso de pesticidas na agricultura. Entre as várias substâncias usualmente encontradas, algumas são apresentadas na figura. A distinção dessas substâncias pode ser feita por meio de uma análise química qualitativa, ou seja, determinando sua presença mediante a adição de um reagente específico. O hidróxido de sódio é capaz de identificar a presença de um desses pesticidas pela reação ácido-base de Brønsted-Lowry.



O teste positivo será observado com o pesticida

- A** I.
- B** II.
- C** III.
- D** IV.
- E** V.

**Questão 112**

enem2021

Com o aumento da população de suínos no Brasil, torna-se necessária a adoção de métodos para reduzir o potencial poluidor dos resíduos dessa agroindústria, uma vez que, comparativamente ao esgoto doméstico, os dejetos suínos são 200 vezes mais poluentes. Sendo assim, a utilização desses resíduos como matéria-prima na obtenção de combustíveis é uma alternativa que permite diversificar a matriz energética nacional, ao mesmo tempo em que parte dos recursos hídricos do país são preservados.

BECK, A. M. Resíduos suínos como alternativa energética sustentável. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais ENGEPEP, Foz do Iguaçu, 2007 (adaptado).

O biocombustível a que se refere o texto é o

- A** etanol.
- B** biogás.
- C** butano.
- D** metanol.
- E** biodiesel.

**Questão 116**

enem2021

A obtenção de etanol utilizando a cana-de-açúcar envolve a fermentação dos monossacarídeos formadores da sacarose contida no melaço. Um desses formadores é a glicose ( $C_6H_{12}O_6$ ), cuja fermentação produz cerca de 50 g de etanol a partir de 100 g de glicose, conforme a equação química descrita.



Em uma condição específica de fermentação, obtém-se 80% de conversão em etanol que, após sua purificação, apresenta densidade igual a 0,80 g/mL. O melaço utilizado apresentou 50 kg de monossacarídeos na forma de glicose.

O volume de etanol, em litro, obtido nesse processo é mais próximo de

- A** 16.
- B** 20.
- C** 25.
- D** 64.
- E** 100.

**Questão 120**

enem2021

O emprego de células de combustível a hidrogênio pode ser uma tecnologia adequada ao transporte automotivo. O quadro apresenta características de cinco tecnologias mais proeminentes de células de combustível.

Tipo de célula de combustível	Temperatura operacional (°C)	Eletrólito	Semirreações nos eletrodos
AFC	90 - 100	Hidróxido de potássio aquoso	$H_2 + 2 OH^- \rightarrow 2 H_2O + 2 e^-$ $\frac{1}{2} O_2 + H_2O + 2 e^- \rightarrow 2 OH^-$
MSFC	600 - 1 000	Carbonatos de lítio, sódio e/ou potássio fundidos	$H_2 + CO_3^{2-} \rightarrow H_2O + CO_2 + 2 e^-$ $\frac{1}{2} O_2 + CO_2 + 2 e^- \rightarrow CO_3^{2-}$
PEM	60 - 100	Ácido poliperfluorossulfônico sólido	$H_2 \rightarrow 2 H^+ + 2 e^-$ $\frac{1}{2} O_2 + 2 H^+ + 2 e^- \rightarrow H_2O$
PAFC	175 - 200	Ácido fosfórico líquido	
SOFC	600 - 1 000	Óxido de zircônio(IV) sólido	

Testes operacionais com esses tipos de células têm indicado que as melhores alternativas para veículos são as que operam em baixos níveis de energia térmica, são formadas por membranas de eletrólitos poliméricos e ocorrem em meio ácido.

THOMAS, S; ZALBOWITZ, M. Full cells: green power. Los Alamos National Laboratory. Los Alamos, NM, 1999 (adaptado).

A tecnologia testada mais adequada para o emprego em veículos automotivos é a célula de combustível

- A** AFC.
- B** MSFC.
- C** PEM.
- D** PAFC.
- E** SOFC.

**Questão 124**

enem2021

A imagem apresenta as etapas do funcionamento de uma estação individual para tratamento do esgoto residencial.



TAVARES, K. Estações de tratamento de esgoto individuais permitem a reutilização da água. Disponível em: <https://extra.globo.com>. Acesso em: 18 nov. 2014 (adaptado).

Em qual etapa decanta-se o lodo a ser separado do esgoto residencial?

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 5
- E** 6

**Questão 127** enem2021

O quadro lista alguns dispositivos eletrônicos que estão presentes no dia a dia, bem como a faixa de força eletromotriz necessária ao seu funcionamento.

Dispositivo eletrônico	Faixa de força eletromotriz (V)	
I	Relógio de parede	1,2 a 1,5
II	Celular	3,5 a 3,8
III	Câmera digital	7,5 a 7,8
IV	Carrinho de controle remoto	10,5 a 10,9
V	Notebook/Laptop	19,5 a 20,0

Considere que uma bateria é construída pela associação em série de três pilhas de lítio-iodo, nas condições-padrão, conforme as semiequações de redução apresentadas.

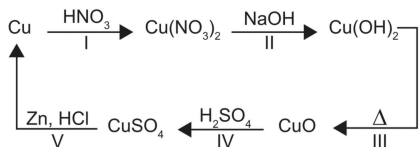


Essa bateria é adequada para o funcionamento de qual dispositivo eletrônico?

- A** I  
**B** II  
**C** III  
**D** IV  
**E** V

**Questão 133** enem2021

O ciclo do cobre é um experimento didático em que o cobre metálico é utilizado como reagente de partida. Após uma sequência de reações (I, II, III, IV e V), o cobre retorna ao seu estado inicial ao final do ciclo.



A reação de redução do cobre ocorre na etapa

- A** I.  
**B** II.  
**C** III.  
**D** IV.  
**E** V.

**Questão 128** enem2021

O alcoolômetro Gay Lussac é um instrumento destinado a medir o teor de álcool, em porcentagem de volume (v/v), de soluções de água e álcool na faixa de 0 °GL a 100 °GL, com divisões de 0,1 °GL. A concepção do alcoolômetro se baseia no princípio de flutuabilidade de Arquimedes, semelhante ao funcionamento de um densímetro. A escala do instrumento é aferida a 20 °C, sendo necessária a correção da medida, caso a temperatura da solução não esteja na temperatura de aferição. É apresentada parte da tabela de correção de um alcoolômetro, com a temperatura.

Tabela de correção do alcoolômetro com temperatura 20 °C						
°GL	Leitura da temperatura (°C)					
	20	21	22	23	24	25
35	35,0	34,6	34,2	33,8	33,4	33,0
36	36,0	35,6	35,2	34,8	34,4	34,0

Manual alcoolômetro Gay Lussac. Disponível em: [www.incoterm.com.br](http://www.incoterm.com.br). Acesso em: 4 dez. 2018 (adaptado).

É necessária a correção da medida do instrumento, pois um aumento na temperatura promove o(a)

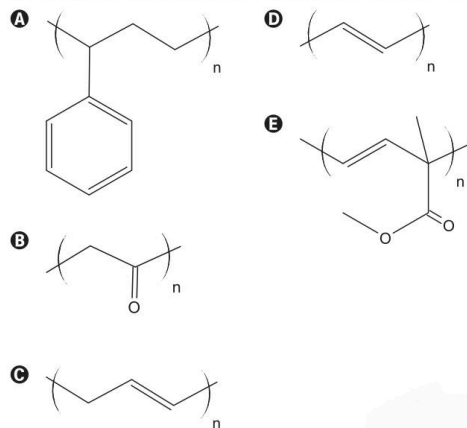
- A** aumento da dissociação da água.  
**B** aumento da densidade da água e do álcool.  
**C** mudança do volume dos materiais por dilatação.  
**D** aumento da concentração de álcool durante a medida.  
**E** alteração das propriedades químicas da mistura álcool e água.

**Questão 129** enem2021

O Prêmio Nobel de Química de 2000 deveu-se à descoberta e ao desenvolvimento de polímeros condutores. Esses materiais têm ampla aplicação em novos dispositivos eletroluminescentes (LEDs), células fotovoltaicas etc. Uma propriedade-chave de um polímero condutor é a presença de ligações duplas conjugadas ao longo da cadeia principal do polímero.

ROCHA FILHO, R. C. Polímeros condutores: descoberta e aplicações. *Química Nova na Escola*, n. 12, 2000 (adaptado).

Um exemplo desse polímero é representado pela estrutura



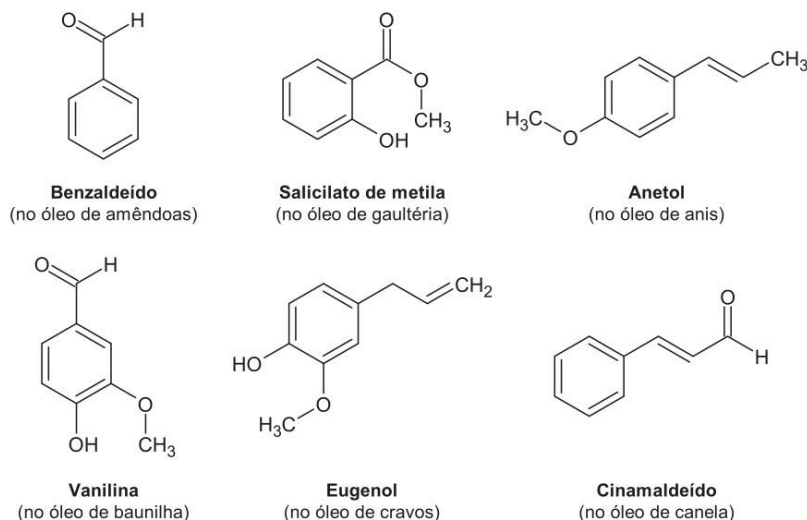
Fonte: INEP, 2021.

## ANEXO C - QUESTÕES DE QUÍMICA DO ENEM 2022

### Figuras 3 - Questões do Enem 2022

#### QUESTÃO 94

De modo geral, a palavra “aromático” invoca associações agradáveis, como cheiro de café fresco ou de um pão doce de canela. Associações similares ocorriam no passado da história da química orgânica, quando os compostos ditos “aromáticos” apresentavam um odor agradável e foram isolados de óleos naturais. À medida que as estruturas desses compostos eram elucidadas, foi se descobrindo que vários deles continham uma unidade estrutural específica. Os compostos aromáticos que continham essa unidade estrutural tornaram-se parte de uma grande família, muito mais com base em suas estruturas eletrônicas do que nos seus cheiros, como as substâncias a seguir, encontradas em óleos vegetais.



SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. *Química orgânica*. Rio de Janeiro: LTC, 2009 (adaptado).

A característica estrutural dessa família de compostos é a presença de

- A** ramificações.
- B** insaturações.
- C** anel benzênico.
- D** átomos de oxigênio.
- E** carbonos assimétricos.

#### QUESTÃO 96

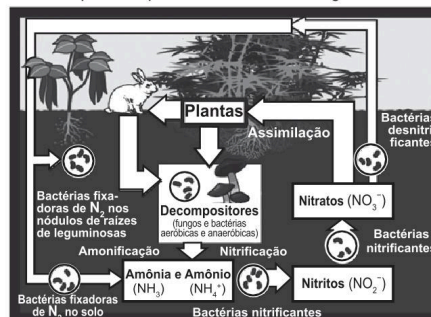
A água bruta coletada de mananciais apresenta alto índice de sólidos suspensos, o que a deixa com um aspecto turvo. Para se obter uma água límpida e potável, ela deve passar por um processo de purificação numa estação de tratamento de água. Nesse processo, as principais etapas são, nesta ordem: coagulação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação.

Qual é a etapa de retirada de grande parte desses sólidos?

- A** Coagulação.
- B** Decantação.
- C** Filtração.
- D** Desinfecção.
- E** Fluoretação.

#### QUESTÃO 99

O esquema representa o ciclo do nitrogênio:



A chuva ácida interfere no ciclo do nitrogênio, principalmente, por proporcionar uma diminuição do pH do solo e da atmosfera, alterando a concentração dos compostos presentes nesse ciclo.

Disponível em: <http://scienceprojectideasforkids.com>. Acesso em: 6 ago. 2012 (adaptado).

Em um solo de menor pH, será favorecida a formação de:

- A**  $\text{N}_2$
- B**  $\text{NH}_3$
- C**  $\text{NH}_4^+$
- D**  $\text{NO}_2^-$
- E**  $\text{NO}_3^-$

**QUESTÃO 103**

Durante o ano de 2020, impulsionado pela necessidade de respostas rápidas e eficientes para desinfetar ambientes de possíveis contaminações com o SARS-CoV-2, causador da covid-19, diversas alternativas foram buscadas para os procedimentos de descontaminação de materiais e ambientes. Entre elas, o uso de ozônio em meio aquoso como agente sanitizante para pulverização em humanos e equipamentos de proteção em câmaras ou túneis, higienização de automóveis e de ambientes fechados e descontaminação de trajes. No entanto, pouca atenção foi dada à toxicidade do ozônio, à formação de subprodutos, ao nível de concentração segura e às precauções necessárias.

LIMA, M. J. A.; FELIX, E. P.; CARDOSO, A. A. Aplicações e implicações do ozônio na indústria, ambiente e saúde. *Química Nova*, n. 9, 2021 (adaptado).

O grande risco envolvido no emprego indiscriminado dessa substância deve-se à sua ação química como

- A** catalisador.
- B** oxidante.
- C** redutor.
- D** ácido.
- E** base.

**QUESTÃO 106**

Em uma aula prática de bioquímica, para medir a atividade catalítica da enzima catalase, foram realizados seis ensaios independentes, nas mesmas condições, variando-se apenas a temperatura. A catalase decompõe o peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), produzindo água e oxigênio. Os resultados dos ensaios estão apresentados no quadro.

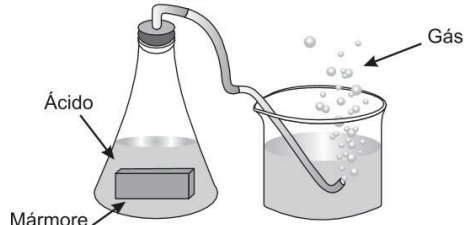
Ensaio	Temperatura (°C)	Resultado
		Decomposição de $\text{H}_2\text{O}_2$ $\left(\frac{10^{-12} \text{ mol}}{\text{min}}\right)$
1	10	8,0
2	15	10,5
3	20	9,5
4	25	5,0
5	30	3,6
6	35	3,1

Os diferentes resultados dos ensaios justificam-se pelo(a)

- A** variação do pH do meio.
- B** aumento da energia de ativação.
- C** consumo da enzima durante o ensaio.
- D** diminuição da concentração do substrato.
- E** modificação da estrutura tridimensional da enzima.

**QUESTÃO 109**

Um grupo de alunos realizou um experimento para observar algumas propriedades dos ácidos, adicionando um pedaço de mármore ( $\text{CaCO}_3$ ) a uma solução aquosa de ácido clorídrico ( $\text{HCl}$ ), observando a liberação de um gás e o aumento da temperatura.

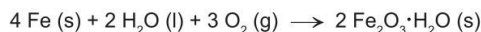


O gás obtido no experimento é o:

- A**  $\text{H}_2$
- B**  $\text{O}_2$
- C**  $\text{CO}_2$
- D**  $\text{CO}$
- E**  $\text{Cl}_2$

**QUESTÃO 112**

A nanotecnologia é responsável pelo aprimoramento de diversos materiais, incluindo os que são impactados com a presença de poluentes e da umidade na atmosfera, causadores de corrosão. O processo de corrosão é espontâneo e provoca a deterioração de metais como o ferro, que, em presença de oxigênio e água, sofre oxidação, conforme ilustra a equação química:



Uma forma de garantir a durabilidade da estrutura metálica e a sua resistência à umidade consiste na deposição de filmes finos nanocerâmicos à base de zircônia ( $\text{ZrO}_2$ ) e alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sobre a superfície do objeto que se deseja proteger.

CLEMENTE, G. A. B. F. et al. O uso de materiais híbridos ou nanocompósitos como revestimentos anticorrosivos do aço. *Química Nova*, n. 9, 2021 (adaptado).

Essa nanotecnologia aplicada na proteção contra a corrosão se baseia no(a)

- A** proteção catódica, que utiliza um metal fortemente redutor.
- B** uso de metais de sacrifício, que se oxidam no lugar do ferro.
- C** passivação do ferro, que fica revestido pelo seu próprio óxido.
- D** efeito de barreira, que impede o contato com o agente oxidante.
- E** galvanização, que usa outros metais de menor potencial de redução.

**QUESTÃO 115**

O elemento iodo (I) tem função biológica e é acumulado na tireoide. Nos acidentes nucleares de Chernobyl e Fukushima, ocorreu a liberação para a atmosfera do radioisótopo  $^{131}\text{I}$ , responsável por enfermidades nas pessoas que foram expostas a ele. O decaimento de uma massa de 12 microgramas do isótopo  $^{131}\text{I}$  foi monitorado por 14 dias, conforme o quadro.

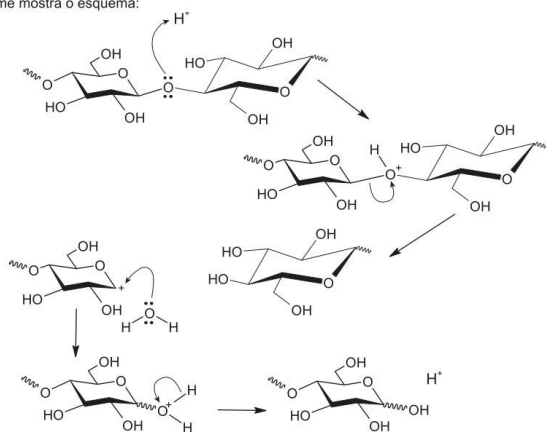
Tempo (dia)	Massa residual de $^{131}\text{I}$ ( $\mu\text{g}$ )
0	12,0
2	10,1
4	8,5
5	7,8
6	7,2
8	6,0
14	3,6

Após o período de 40 dias, a massa residual desse isótopo é mais próxima de

- A** 2,4  $\mu\text{g}$ .
- B** 1,5  $\mu\text{g}$ .
- C** 0,8  $\mu\text{g}$ .
- D** 0,4  $\mu\text{g}$ .
- E** 0,2  $\mu\text{g}$ .

**QUESTÃO 118**

A biomassa celulósica pode ser utilizada para a produção de etanol de segunda geração. Entretanto, é necessário que os polissacarídeos sejam convertidos em mono e dissacarídeos, processo que pode ser conduzido em meio ácido, conforme mostra o esquema:



OGEDA, T. L.; PETRI, D. F. S. [...] *Química Nova*, n. 7, 2010 (adaptado).

Nessa conversão de polissacarídeos, a função do ion  $\text{H}^+$  é

- A** dissolver os reagentes.
- B** deslocar o equilíbrio químico.
- C** aumentar a velocidade da reação.
- D** mudar a constante de equilíbrio da reação.
- E** formar ligações de hidrogênio com o polissacarídeo.

**QUESTÃO 119**

O ácido tartárico é o principal ácido do vinho e está diretamente relacionado com sua qualidade. Na avaliação de um vinho branco em produção, uma analista neutralizou uma alíquota de 25,0 mL do vinho com  $\text{NaOH}$  a  $0,10 \text{ mol L}^{-1}$ , consumindo um volume igual a 8,0 mL dessa base. A reação para esse processo de titulação é representada pela equação química:



Ácido tartárico

(massa molar:  $150 \text{ g mol}^{-1}$ )

A concentração de ácido tartárico no vinho analisado é mais próxima de:

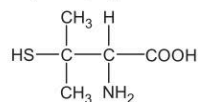
- A**  $1,8 \text{ g L}^{-1}$
- B**  $2,4 \text{ g L}^{-1}$
- C**  $3,6 \text{ g L}^{-1}$
- D**  $4,8 \text{ g L}^{-1}$
- E**  $9,6 \text{ g L}^{-1}$

**QUESTÃO 122**

A penicilamina é um medicamento de uso oral utilizado no tratamento de várias doenças. Esse composto é excretado na urina, cujo pH se situa entre 5 e 7. A penicilamina, cuja fórmula estrutural plana está apresentada, possui três grupos funcionais que podem ser ionizados:

- carboxila:  $\text{—COOH}$ , cujo  $\text{p}K_a$  é igual a 1,8;
- amino:  $\text{—NH}_2$ , que pode ser convertido em amônio ( $\text{—NH}_3^+$ , cujo  $\text{p}K_a$  é igual a 7,9);
- tiol:  $\text{—SH}$ , cujo  $\text{p}K_a$  é igual a 10,5.

Sabe-se que  $\text{p}K_a = -\log K_a$ .



Penicilamina

Qual estrutura derivada da penicilamina é predominantemente encontrada na urina?

- A**  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{S}^{\ominus}\text{—C—C—COO}^{\ominus} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$
- B**  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{S}^{\ominus}\text{—C—C—COOH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_2 \end{array}$
- C**  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{HS—C—C—COO}^{\ominus} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_3^{\oplus} \end{array}$
- D**  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{S}^{\ominus}\text{—C—C—COOH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_3^{\oplus} \end{array}$
- E**  $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{H} \\ | \quad | \\ \text{HS—C—C—COOH} \\ | \quad | \\ \text{CH}_3 \quad \text{NH}_3^{\oplus} \end{array}$

**QUESTÃO 126**

O etanol é um combustível produzido a partir da fermentação da sacarose presente no caldo de cana-de-açúcar. Um dos fatores que afeta a produção desse álcool é o grau de deterioração da sacarose, que se inicia após o corte, por causa da ação de microrganismos. Foram analisadas cinco amostras de diferentes tipos de cana-de-açúcar e cada uma recebeu um código de identificação. No quadro são apresentados os dados de concentração de sacarose e de microrganismos presentes nessas amostras.

	Amostra de cana-de-açúcar				
	RB72	RB84	RB92	SP79	SP80
Concentração inicial de sacarose ( $\text{g L}^{-1}$ )	13,0	18,0	16,0	14,0	17,0
Concentração de microrganismos ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,7	0,8	0,6	0,5	0,9

Pretende-se escolher o tipo de cana-de-açúcar que conterà o maior teor de sacarose 10 horas após o corte e que, conseqüentemente, produzirá a maior quantidade de etanol por fermentação. Considere que existe uma redução de aproximadamente 50% da concentração de sacarose nesse tempo, para cada  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  de microrganismos presentes na cana-de-açúcar.

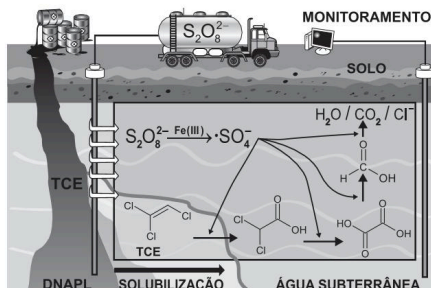
Disponível em: [www.inovacao.unicamp.br](http://www.inovacao.unicamp.br). Acesso em: 11 ago. 2012 (adaptado).

Qual tipo de cana-de-açúcar deve ser escolhido?

- A** RB72  
**B** RB84  
**C** RB92  
**D** SP79  
**E** SP80

### QUESTÃO 132

A figura ilustra esquematicamente um processo de remediação de solos contaminados com tricloroeteno (TCE), um agente desengraxante. Em razão de vazamentos de tanques de estocagem ou de manejo inapropriado de resíduos industriais, ele se encontra presente em águas subterrâneas, nas quais forma uma fase líquida densa não aquosa (DNAPL) que se deposita no fundo do aquífero. Essa tecnologia de descontaminação emprega o íon persulfato ( $S_2O_8^{2-}$ ), que é convertido no radical  $\cdot SO_4^-$  por minerais que contêm Fe(III). O esquema representa de forma simplificada o mecanismo de ação química sobre o TCE e a formação dos produtos de degradação.



BERTAGI, L. T.; BASILIO, A. O.; PERALTA-ZAMORA, P. Aplicações ambientais de persulfato: remediação de águas subterrâneas e solos contaminados. *Química Nova*, n. 9, 2021 (adaptado).

Esse procedimento de remediação de águas subterrâneas baseia-se em reações de

- A oxirredução.
- B substituição.
- C precipitação.
- D desidratação.
- E neutralização.

### QUESTÃO 129

O urânio é empregado como fonte de energia em reatores nucleares. Para tanto, o seu mineral deve ser refinado, convertido a hexafluoreto de urânio e posteriormente enriquecido, para aumentar de 0,7% a 3% a abundância de um isótopo específico — o urânio-235. Uma das formas de enriquecimento utiliza a pequena diferença de massa entre os hexafluoretos de urânio-235 e de urânio-238 para separá-los por efusão, precedida pela vaporização. Esses vapores devem efundir repetidamente milhares de vezes através de barreiras porosas formadas por telas com grande número de pequenos orifícios. No entanto, devido à complexidade e à grande quantidade de energia envolvida, cientistas e engenheiros continuam a pesquisar procedimentos alternativos de enriquecimento.

ATKINS, P.; JONES, L. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. Porto Alegre: Bookman, 2006 (adaptado).

Considerando a diferença de massa mencionada entre os dois isótopos, que tipo de procedimento alternativo ao da efusão pode ser empregado para tal finalidade?

- A Peneiração.
- B Centrifugação.
- C Extração por solvente.
- D Destilação fracionada.
- E Separação magnética.

### QUESTÃO 135

Os riscos apresentados pelos produtos dependem de suas propriedades e da reatividade quando em contato com outras substâncias. Para prevenir os riscos devido à natureza química dos produtos, devemos conhecer a lista de substâncias incompatíveis e de uso cotidiano em fábricas, hospitais e laboratórios, a fim de observar cuidados na estocagem, manipulação e descarte. O quadro elenca algumas dessas incompatibilidades, que podem levar à ocorrência de acidentes.

Substância	Incompatibilidade	Riscos associados
Ácidos minerais fortes concentrados	Bases fortes Cianetos Hipoclorito de sódio	Reação enérgica, explosão, produção de oxidante forte e produto tóxico
Ácido nítrico concentrado	Matéria orgânica	Reação enérgica, explosão e produto tóxico

Considere que houve o descarte indevido de dois conjuntos de substâncias:

- (1) ácido clorídrico concentrado com cianeto de potássio;
- (2) ácido nítrico concentrado com sacarose.

Disponível em: [www.fiocruz.br](http://www.fiocruz.br). Acesso em: 6 dez. 2017 (adaptado).

O descarte dos conjuntos (1) e (2) resultará, respectivamente, em

- A liberação de gás tóxico e reação oxidativa forte.
- B reação oxidativa forte e liberação de gás tóxico.
- C formação de sais tóxicos e reação oxidativa forte.
- D liberação de gás tóxico e liberação de gás oxidante.
- E formação de sais tóxicos e liberação de gás oxidante.

Fonte: INEP, 2022.



**QUESTÃO 102**

A utilização de tecnologia nuclear é um tema bastante controverso, por causa do risco de acidentes graves, como aqueles ocorridos em Chernobyl (1986), em Goiânia (1987) e em Fukushima (2011). Apesar de muitas desvantagens, como a geração de resíduos tóxicos, a descontaminação ambiental dispendiosa em caso de acidentes e a utilização em armas nucleares, a geração de energia nuclear apresenta vantagens em comparação a outras fontes de energia.

A geração dessa energia tem como característica:

- A Formar resíduos facilmente recicláveis.
- B Promover o aumento do desmatamento.
- C Contribuir para a produção de chuva ácida.
- D Emitir gases tóxicos que são lançados no ambiente.
- E Produzir calor sem o consumo de combustíveis fósseis.

**QUESTÃO 105**

Existe no comércio um produto antimofa constituído por uma embalagem com tampa perfurada contendo cloreto de cálcio anidro,  $\text{CaCl}_2$ . Uma vez aberto o lacre, essa substância absorve a umidade ambiente, transformando-se em cloreto de cálcio di-hidratado,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Considere a massa molar da água igual a  $18 \text{ g mol}^{-1}$ , e a massa molar do cloreto de cálcio anidro igual a  $111 \text{ g mol}^{-1}$ .

Na hidratação da substância presente no antimofa, o ganho percentual, em massa, é mais próximo de

- A 14%
- B 16%
- C 24%
- D 32%
- E 75%

**QUESTÃO 107**

Para que uma molécula dê origem a um medicamento de administração oral, além de apresentar atividade farmacológica, deve ser capaz de atingir o local de ação. Para tanto, essa molécula não deve se degradar no estômago (onde o meio é fortemente ácido e há várias enzimas que reagem mediante catálise ácida), deve ser capaz de atravessar as membranas celulares e ser solúvel no plasma sanguíneo (sistema aquoso). Para os fármacos cujas estruturas são formadas por cadeias carbônicas longas contendo pelo menos um grupamento amina, um recurso tecnológico empregado é sua conversão no cloridrato correspondente. Essa conversão é representada, de forma genérica, pela equação química:



O aumento da eficiência de circulação do fármaco no sangue, promovido por essa conversão, deve-se ao incremento de seu(sua)

- A basicidade.
- B lipofilicidade.
- C caráter iônico.
- D cadeia carbônica.
- E estado de oxidação.

**QUESTÃO 108****Toxicidade do cianeto**

A produção de ATP depende do gradiente de prótons gerado pela cadeia respiratória. Nessas reações, os elétrons provenientes da oxidação do NADH em  $\text{NAD}^+$  percorrem a cadeia até chegarem à citocromo c oxidase reduzindo o  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Fe}^{2+}$ . O oxigênio atua comoceptor final desses elétrons formando água. O cianeto é uma espécie química altamente tóxica que tem grande afinidade pelo  $\text{Fe}^{3+}$ . Quando células são expostas ao cianeto, ele se liga ao sítio de  $\text{Fe}^{3+}$  da citocromo c oxidase, impedindo a sua conversão em  $\text{Fe}^{2+}$  e bloqueando a cadeia respiratória.



ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. Porto Alegre: Artmed, 2010 (adaptado).

Esse bloqueio aumenta a concentração celular de

- A ATP.
- B água.
- C NADH.
- D dióxido de carbono.
- E citocromo c oxidase.

**QUESTÃO 103**

Em uma indústria, o controle da dureza da água é importante quando ela é utilizada em caldeiras, uma vez que sais pouco solúveis, formados a partir de sulfatos e carbonatos, podem acumular-se no interior das tubulações, causando obstruções. Para avaliar a água utilizada nessa indústria, foram realizados testes de qualidade que consideraram os seguintes parâmetros:

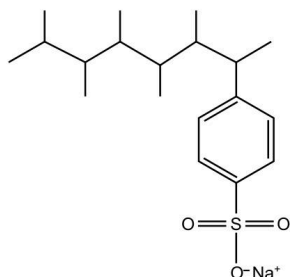
Teste	Parâmetro medido
1	Cálcio
2	Cloreto
3	Turbidez
4	Coliformes totais
5	Sólidos sedimentáveis

Qual teste deve ser considerado para controlar a formação desse tipo de obstrução de tubulações?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

**QUESTÃO 110**

O descarte de detergentes comuns nos esgotos domésticos ocasiona a formação de uma camada de espuma que impede a entrada de oxigênio na água. Os microrganismos que vivem nessas águas não são capazes de quebrar moléculas ramificadas, ocorrendo assim um desequilíbrio ambiental nos rios. A fórmula a seguir representa a estrutura química de um tensoativo presente na composição de um detergente não biodegradável.

**Tensoativo não biodegradável**

Qual modificação química na estrutura desse tensoativo o tornaria um detergente biodegradável?

- A** Retirar a parte polar da molécula.
- B** Eliminar as insaturações do anel aromático.
- C** Trocar o grupo aniônico por um grupo neutro.
- D** Alterar o grupo aniônico por um grupo catiônico.
- E** Modificar a cadeia carbônica para cadeia normal.

**QUESTÃO 115**

Uma cafeteria adotou copos fabricados a partir de uma composição de 50% de plástico reciclado não biodegradável e 50% de casca de café. O copo é reutilizável e retornável, pois o material, semelhante a uma cerâmica, suporta a lavagem. Embora ele seja comercializado por um preço considerado alto quando comparado ao de um copo de plástico descartável, essa cafeteria possibilita aos clientes retornarem o copo sujo e levarem o café quente servido em outro copo já limpo e higienizado. O material desse copo oferece também o conforto de não esquentar na parte externa.

Cafeteria adota copo reutilizável feito com casca de café. Disponível em: [www.gazetadopovo.com.br](http://www.gazetadopovo.com.br). Acesso em: 5 dez. 2019 (adaptado).

Quais duas vantagens esse copo apresenta em comparação ao copo descartável?

- A** Ter a durabilidade de uma cerâmica e ser totalmente biodegradável.
- B** Ser tão durável quanto uma cerâmica e ter alta condutividade térmica.
- C** Ser um mau condutor térmico e aumentar o resíduo biodegradável na natureza.
- D** Ter baixa condutividade térmica e reduzir o resíduo não biodegradável na natureza.
- E** Ter alta condutividade térmica e possibilitar a degradação do material no meio ambiente.

**QUESTÃO 116**

O consumo exagerado de refrigerantes é preocupante, pois contribui para o aumento de casos de obesidade e diabetes. Considere dois refrigerantes enlatados, um comum e um diet, e que ambos possuam a mesma quantidade de aditivos, exceto pela presença de açúcar. O refrigerante comum contém basicamente água carbonatada e grande quantidade de açúcar; já o refrigerante diet tem água carbonatada e adoçantes, cujas massas são muito pequenas.

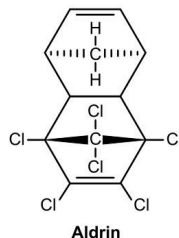
CAVAGIS, A. D. M.; PEREIRA, E. A.; OLIVEIRA, L. C. Um método simples para avaliar o teor de sacarose e CO<sub>2</sub> em refrigerantes. *Química Nova na Escola*, n. 3, ago. 2014 (adaptado).

Entre as duas versões apresentadas, o refrigerante comum possui

- A** maior densidade.
- B** menor viscosidade.
- C** maior volume de gás dissolvido.
- D** menor massa de solutos dissolvidos.
- E** maior temperatura de congelamento.

**QUESTÃO 114**

O Aldrin é um inseticida agrícola organoclorado sintético de baixa polaridade, cuja estrutura molecular simétrica, de fórmula  $C_{12}H_8Cl_6$ , está representada na figura. Introduzido na agricultura a partir da década de 1950, esse composto apresenta alta persistência no meio ambiente e acumulação nos organismos, sendo danoso para a saúde.

**Aldrin**

VIEGAS JÚNIOR, C. Terpenos com atividade inseticida: uma alternativa para o controle químico de insetos. *Química Nova*, v. 26, n. 3, 2003 (adaptado).

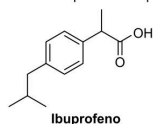
Um pesquisador coletou fluidos biológicos de indivíduos de uma população contaminada por esse inseticida agrícola. Ele analisou amostras de saliva, sangue, lágrima, urina e leite quanto à presença dessa substância.

Em qual dos fluidos o pesquisador provavelmente encontrou a maior concentração dessa substância?

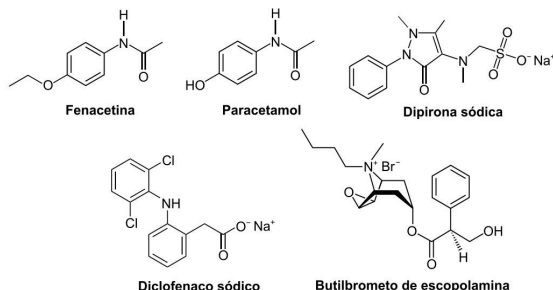
- A** Saliva, por consequência da atividade de enzimas.
- B** Sangue, em função das hemácias e leucócitos.
- C** Lágrima, em razão da concentração de sais.
- D** Urina, pela presença de moléculas de ureia.
- E** Leite, por causa do alto teor de gorduras.

**QUESTÃO 117**

Entre os medicamentos mais comuns consumidos para o alívio da dor está o ibuprofeno, um composto quiral com ação anti-inflamatória e efeito analgésico, que é comercializado como fármaco opticamente puro, ou seja, sem a mistura com outro isômero óptico. A fórmula estrutural plana do ibuprofeno é:



Além do ibuprofeno, destacam-se também os princípios ativos a seguir, presentes em outros medicamentos para o alívio da dor:



O princípio ativo que apresenta o mesmo tipo de isomeria espacial que o ibuprofeno é o(a)

- A fenacetina.  
 B paracetamol.  
 C dipirona sódica.  
 D diclofenaco sódico.  
 E butilbrometo de escopolamina.

**QUESTÃO 126**

A gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos de cadeias saturadas contendo de 8 a 12 átomos de carbono. Além disso, a gasolina de alto desempenho deve conter elevados teores de hidrocarbonetos de cadeias ramificadas, de forma a resistir à compressão e entrar em ignição apenas quando a vela aciona uma centelha elétrica no motor. No quadro, estão apresentados compostos que podem ser utilizados como combustíveis.

Composto	Nomenclatura
I	<i>n</i> -decano
II	<i>n</i> -heptano
III	2,2,4-trimetilpentano
IV	3-etil-4-metilex-1-eno
V	3-etil-2-metilpentan-1-ol

Entre esses compostos, aquele que conferirá maior desempenho como combustível é o

- A I.  
 B II.  
 C III.  
 D IV.  
 E V.

**QUESTÃO 127**

De acordo com a Constituição Federal, é competência dos municípios o gerenciamento dos serviços de limpeza e coleta dos resíduos urbanos (lixo). No entanto, há relatos de que parte desse lixo acaba sendo incinerado, liberando substâncias tóxicas para o ambiente e causando acidentes por explosões, principalmente quando ocorre a incineração de frascos de aerossóis (por exemplo: desodorantes, inseticidas e repelentes). A temperatura elevada provoca a vaporização de todo o conteúdo dentro desse tipo de frasco, aumentando a pressão em seu interior até culminar na explosão da embalagem.

ZVEIBIL, V. Z. et al. **Cartilha de limpeza urbana**. Disponível em: [www.ibam.org.br](http://www.ibam.org.br). Acesso em: 6 jul. 2015 (adaptado).

Suponha um frasco metálico de um aerossol de capacidade igual a 100 mL, contendo 0,1 mol de produtos gasosos à temperatura de 650 °C, no momento da explosão.

$$\text{Considere: } R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

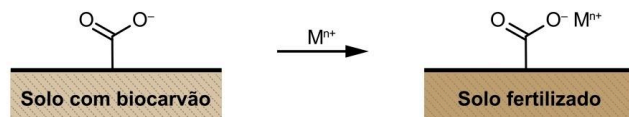
A pressão, em atm, dentro do frasco, no momento da explosão, é mais próxima de

- A 756.  
 B 533.  
 C 76.  
 D 53.  
 E 13.

**QUESTÃO 129**

Os solos amazônicos, ricos em silicato, não são apropriados para o cultivo por serem incapazes de reter nutrientes. Contudo, descobertas arqueológicas têm demonstrado que os antigos habitantes da Amazônia dominavam a técnica de preparo de um insumo agrícola natural, denominado terra preta. Esse insumo era constituído principalmente de uma espécie de biocarvão (*biochar*) obtido da queima de matéria orgânica, como troncos de árvores, pedaços de ossos e esterco, capaz de manter um solo fértil por anos.

Admite-se que o efeito do biocarvão na fertilização do solo estava, em parte, relacionado à presença de grupos orgânicos do tipo carboxilato em sua superfície, carregados negativamente ( $\text{—COO}^-$ ). Esses grupos atraem íons positivos necessários como nutrientes, tais quais os provenientes do potássio (K), do cálcio (Ca) e do magnésio (Mg), além de micronutrientes, como zinco (Zn) e ferro (Fe). Essa ligação no solo fertilizado é predominantemente iônica, conforme ilustra a figura, em que  $\text{M}^{n+}$  representa os cátions metálicos. De acordo com a escala de Pauling, a eletronegatividade do elemento oxigênio é igual a 3,44.



O quadro apresenta os valores de eletronegatividade desses cinco elementos metálicos.

Elemento metálico	Eletronegatividade
K	0,82
Ca	1,00
Mg	1,31
Zn	1,65
Fe	1,83

MICHALOVIC, M. Ancient Soil Chemists of the Amazon. *ChemMatters*, fev. 2009 (adaptado).

O cátion que resultará em uma interação de maior caráter iônico com o ânion carboxilato será aquele proveniente do elemento

- A potássio.
- B cálcio.
- C magnésio.
- D zinco.
- E ferro.

**QUESTÃO 130**

Em uma indústria alimentícia, para produção de doce de leite, utiliza-se um tacho de parede oca com uma entrada para vapor de água a 120 °C e uma saída para água líquida em equilíbrio com o vapor a 100 °C. Ao passar pela parte oca do tacho, o vapor de água transforma-se em líquido, liberando energia. A parede transfere essa energia para o interior do tacho, resultando na evaporação de água e consequente concentração do produto.

No processo de concentração do produto, é utilizada energia proveniente

- A somente do calor latente de vaporização.
- B somente do calor latente de condensação.
- C do calor sensível e do calor latente de vaporização.
- D do calor sensível e do calor latente de condensação.
- E do calor latente de condensação e do calor latente de vaporização.

**QUESTÃO 132**

As cetonas fazem parte de famílias olfativas encontradas em muitos alimentos. A molécula de hexan-3-ona é um exemplo desses compostos voláteis responsáveis pelo aroma, podendo ser obtida por processos energéticos realizados em meio ácido, na presença de oxidantes como o permanganato de potássio.

Para se produzir esse composto volátil em laboratório, deve-se oxidar a molécula de

- A hexanal.
- B hexan-1-ol.
- C hexan-3-ol.
- D hex-1-en-1-ol.
- E ácido hexanoico.

**QUESTÃO 134**

O vidro contendo alumínio em sua composição é um excelente material para acondicionar medicamentos e suplementos, porque pode ser esterilizado por aquecimento. No entanto, quando o medicamento ou suplemento contém substâncias que se ligam fortemente ao íon desse metal, a dissolução do alumínio é promovida em função do deslocamento do equilíbrio químico estabelecido entre a espécie imobilizada no vidro e a espécie em solução. Por essa razão, recomenda-se que suplementos de nutrição de recém-nascidos contendo gluconato de cálcio sejam acondicionados em embalagens plásticas, e não nesse tipo de vidro.

Atualização da recomendação da Sociedade Portuguesa de Neonatologia. Disponível em: [www.sneonatologia.pt](http://www.sneonatologia.pt). Acesso em: 22 out. 2021 (adaptado).

Caso esse suplemento seja acondicionado em embalagem desse tipo de vidro, o risco de contaminação por alumínio será maior se o(a)

- A vidro do frasco for translúcido.
- B concentração de gluconato de cálcio for alta.
- C frasco de vidro apresentar uma maior espessura.
- D vidro for previamente esterilizado em altas temperaturas.
- E reação do alumínio com gluconato de cálcio for endotérmica.

Fonte: INEP, 2023.

## ANEXO E- QUESTÕES DE QUÍMICA DO ENEM 2024

### Figuras 5 - Questões do Enem 2024

#### QUESTÃO 93

O biogás é uma alternativa energética muito importante, pois, além de reduzir a dependência por combustíveis fósseis, sua obtenção pode ser realizada a partir de resíduos da produção agroindustrial. Considere que o biogás produzido em um empreendimento de suinocultura contém 70% em volume de metano (massa molar 16 g/mol; volume molar 22 L/mol). Ele será utilizado para geração de energia em substituição ao etanol (massa molar 46 g/mol) em um gerador no qual 1 m<sup>3</sup> de biogás de origem suína substitui 0,59 L de etanol anidro (densidade 0,78 g/mL).

Nessas condições, a massa de metano necessária para substituir 10 mol de etanol na produção de energia é mais próxima de

- A 300 g.
- B 400 g.
- C 510 g.
- D 590 g.
- E 720 g.

#### QUESTÃO 95

##### Brasil fecha 2020 entre os maiores recicladores de latas de alumínio

A bauxita contém alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), que é a matéria-prima para produção do alumínio (Al). De forma geral, são necessários 50 kg de bauxita para produzir 10 kg de alumínio. O Brasil fechou 2020 como um dos principais líderes mundiais em reciclagem de latas de alumínio. De acordo com levantamento da Associação Brasileira dos Fabricantes de Latas de Alumínio (Abralatas), o país obteve um índice de reciclagem de 97,4%, de um total de 4,0 × 10<sup>5</sup> toneladas de latas vendidas. Considere que a lata é constituída de alumínio puro.

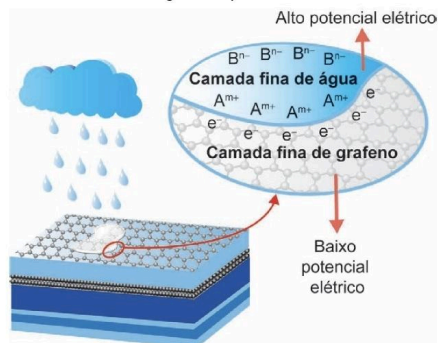
Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br>. Acesso em: 30 nov. 2021 (adaptado).

Levando em conta apenas a reciclagem de latas, qual é o valor mais próximo da massa de bauxita, em tonelada, que deixou de ser extraída da natureza em 2020 no Brasil?

- A 1,0 × 10<sup>4</sup> ton
- B 3,9 × 10<sup>5</sup> ton
- C 5,0 × 10<sup>5</sup> ton
- D 1,9 × 10<sup>6</sup> ton
- E 2,0 × 10<sup>7</sup> ton

### QUESTÃO 99

Placas solares comuns dependem de dias ensolarados para gerar energia. Mas podemos gerar eletricidade com a ajuda de gotas de chuva, revestindo placas solares com uma fina camada de grafeno. Os íons dissociados a partir da água da chuva ( $A^{m+}$  e  $B^{n-}$ ) tornam a combinação grafeno e água da chuva um par perfeito para geração de energia. O processo requer apenas uma camada de grafeno para que grande quantidade de elétrons ( $e^-$ ) se movimente ao longo da superfície.



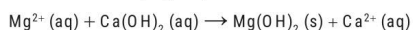
TANG, Q. et al. A Solar Cell that is Triggered by Sun and Rain. *Angewandte Chemie International Edition*, n. 55, 2016 (adaptado).

Ao produzir eletricidade em dias chuvosos, o grafeno

- A** oxida os cátions dissolvidos na água da chuva.
- B** impede a difusão da água através das placas solares.
- C** diminui a energia de ativação da reação no pseudocapacitor.
- D** forma um composto não metálico com os íons na água da chuva.
- E** gera uma diferença de potencial pela interação dos elétrons com os cátions.

### QUESTÃO 109

O magnésio metálico utilizado em ligas leves é produzido em um processo que envolve várias etapas e utiliza água do mar como matéria-prima. A primeira etapa desse processo consiste na reação entre o íon  $Mg^{2+}$  e hidróxido de cálcio,  $Ca(OH)_2$ , obtendo uma mistura que contém hidróxido de magnésio, pouco solúvel, e íons  $Ca^{2+}$ , de acordo com a equação química:



O método adequado para separar o  $Mg(OH)_2$  dessa mistura é a

- A** filtração.
- B** catação.
- C** destilação.
- D** dissolução.
- E** evaporação.

### QUESTÃO 102

As placas que indicam saída de emergência brilham no escuro, pois apresentam substâncias que fosforescem na cor amarelo-esverdeada após exposição à luz ambiente, conforme a figura.



Esse fenômeno ocorre pela presença do sulfeto de zinco ( $ZnS$ ), dopado com prata ou cobre, na superfície da placa.

**Zinc Sulphide Phosphorescence.** Disponível em: <https://physicsopenlab.org>. Acesso em: 8 nov. 2023 (adaptado).

O aparecimento do brilho nessas condições ocorre como consequência de

- A** colisões interatômicas.
- B** coloração dos átomos.
- C** transições eletrônicas.
- D** reações nucleares.
- E** reflexão da luz.

### QUESTÃO 111

A hidroxiapatita,  $Ca_5(PO_4)_3OH$ , é um mineral constituinte do esmalte dos dentes. Entre as diversas reações que ocorrem no meio bucal, encontram-se em equilíbrio as reações de desmineralização e mineralização da hidroxiapatita em meio aquoso, ilustradas a seguir. A desmineralização está associada à fragilização do esmalte do dente e à formação de cáries.



O uso de creme dental pode minimizar a perda da hidroxiapatita. O quadro apresenta o agente de polimento e o pH de alguns cremes dentais comerciais.

Creme dental	Agente de polimento	pH
I	Bicarbonato de sódio	9,5
II	Carbonato de cálcio	11,0
III	Citrato de potássio	7,7
IV	Dióxido de silício	6,9
V	Fosfato de cálcio	7,3

STORGATTO, G. A.; BRAIBANTE, M. E. F.; BRAIBANTE, H. T. S. A química na odontologia. *Química Nova na Escola*, v. 39, fev. 2017 (adaptado).

Considerando o equilíbrio químico envolvido, qual creme dental promove a maior desmineralização do esmalte do dente?

- A** I
- B** II
- C** III
- D** IV
- E** V

### QUESTÃO 112

A tirinha ilustra esquimós dentro de um iglu, habitação de formato hemisférico construída durante o inverno a partir de neve ou blocos de gelo. Essa estrutura de construção se justifica pelo fato de esse povo habitar as regiões mais setentrionais da Groenlândia, Canadá e Alasca.



LAERTE. Disponível em: <https://artedafisicapibid.blogspot.com>. Acesso em: 4 dez. 2021 (adaptado).

Na tirinha, a geladeira é necessária para fazer gelo porque

- A a temperatura interna do iglu é maior que a de solidificação da água.
- B a umidade dentro do iglu dificulta o processo de mudança de fase da água.
- C o ar dentro do iglu é isolante térmico, dificultando a perda de calor pela água.
- D a temperatura uniforme no interior do iglu impede as correntes de convecção.
- E a pressão do ar no interior do iglu é baixa, dificultando a solidificação da água.

### QUESTÃO 116

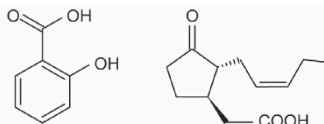
Uma agricultora, com a intenção de comercializar o milho recém-colhido, testou uma forma de preservar o sabor adocicado do seu produto. O melhor resultado foi obtido quando ela imergiu as espigas em água fervente durante alguns minutos e, em seguida, em água gelada. Com esse procedimento, parte da glicose do milho não foi transformada em amido, mantendo o seu sabor adocicado.

Utilizando esse procedimento, o sabor foi conservado porque houve

- A desnaturação enzimática pela alta temperatura.
- B conversão de nutrientes pela redução de temperatura.
- C degradação das reservas nutritivas pelo choque térmico.
- D impedimento da entrada de oxigênio pela fervura da água.
- E desidratação dos grãos por causa da alteração da temperatura.

### QUESTÃO 113

Os pesticidas naturais vêm sendo utilizados no controle de pragas e doenças agrícolas como substituintes de pesticidas sintéticos tradicionais, por serem menos nocivos ao ambiente, biodegradáveis e minimizarem custos e riscos relativos à lavoura. Por exemplo, os compostos 1 e 2 estão envolvidos nas respostas de defesa das plantas. Os grupos funcionais presentes nesses compostos são importantes para suas propriedades no controle de pragas.



Composto 1

Composto 2

PINTO-ZEVALLOS, D. M.; ZARBIN, P. H. G. A química na agricultura: perspectivas para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. *Química Nova*, n. 10, 2013 (adaptado).

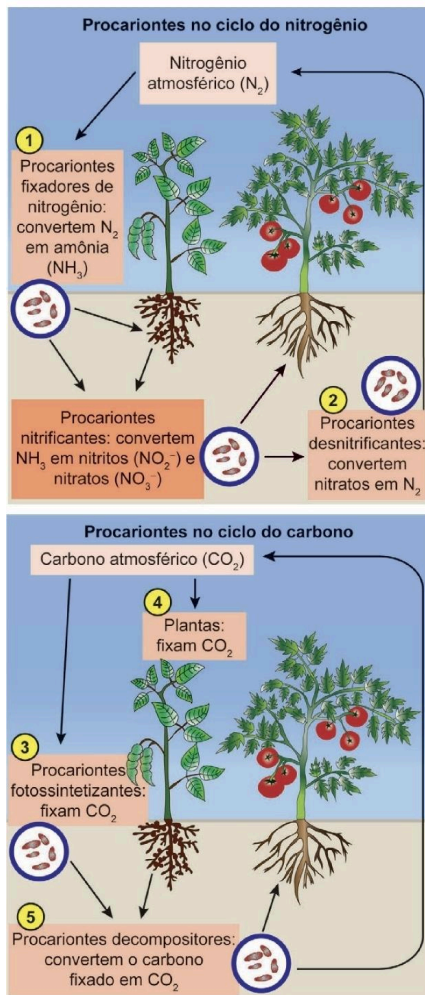
Qual é a função orgânica correspondente ao grupo funcional comum presente nesses dois compostos?

- A Ácido carboxílico.
- B Cetona.
- C Alceno.
- D Álcool.
- E Fenol.

### QUESTÃO 124

#### Metabolismo de procariontes

O esquema representa a ação de organismos no ciclo do nitrogênio e no ciclo do carbono. Os números correspondem a algumas etapas dos dois ciclos distintos.



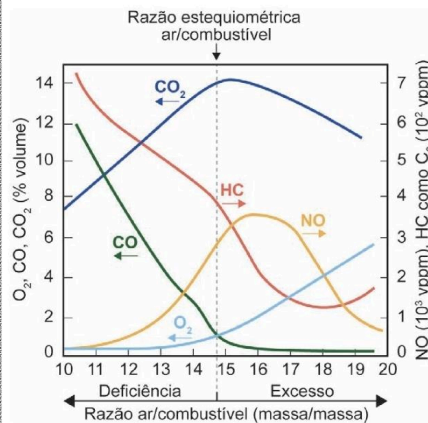
Disponível em: <https://pt.khanacademy.org>.  
 Acesso em: 27 jun. 2024 (adaptado).

Em qual etapa numerada ocorre uma transformação redox como a que ocorre nos procariontes nitrificantes?

- A 1
- B 2
- C 3
- D 4
- E 5

### QUESTÃO 125

Um dos agentes que mais contribui para a poluição do ar é o automóvel a combustão interna. Em áreas urbanas, isso é demonstrado dramaticamente pela fumaça fotoquímica, resultante da interação entre óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e luz solar, para formar produtos de oxidação, que causam irritação aos olhos, ao aparelho respiratório e danos às plantas. As condições de operação de motores a combustão, como a razão da mistura ar/combustível no cilindro, influenciam na composição dos gases lançados pelo escapamento na atmosfera. O gráfico ilustra a variação nas composições dos principais gases, dióxido de carbono ( $CO_2$ ), hidrocarbonetos (HC), monóxido de carbono (CO), monóxido de nitrogênio (NO) e oxigênio molecular ( $O_2$ ), emitidos por um motor a gasolina, em diferentes razões ar/combustível, em massa.



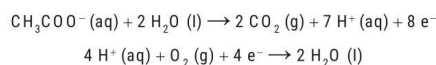
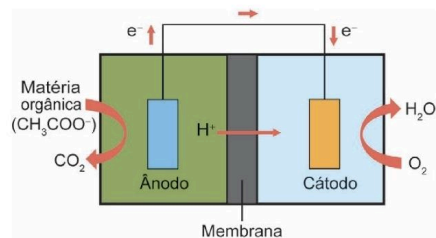
RANGEL, M. C.; CARVALHO, M. F. A. Impacto dos catalisadores automotivos no controle da qualidade do ar. *Química Nova*, v. 26, 2003 (adaptado).

Na condição de razão ar/combustível igual a 18, haverá uma emissão

- A baixa de  $O_2$  e alta de NO.
- B baixa de NO e alta de HC.
- C baixa de CO e alta de  $CO_2$ .
- D baixa de HC e alta de CO.
- E baixa de  $CO_2$  e alta de HC.

### QUESTÃO 127

Células a combustível microbianas (CCM) são capazes de gerar eletricidade a partir de águas residuárias urbanas e agroindustriais. As CCM são compostas de duas câmaras. Numa delas, onde ocorre o tratamento da matéria orgânica, as bactérias eletrogênicas crescem formando um biofilme e se alimentam dos poluentes presentes no efluente. Ao se alimentarem, essas bactérias geram uma corrente elétrica que percorre o material sobre o qual elas formaram o biofilme. Um fio condutor externo possibilita a migração dessa corrente para uma segunda câmara, promovendo uma reação química. A figura esquematiza uma CCM e as reações envolvidas.



QUINTO, A. C. **Biobaterias geram eletricidade a partir de esgoto sanitário e efluentes agroindustriais**. Disponível em: <https://portal.usp.br>. Acesso em: 1 dez. 2021 (adaptado).

Qual das equações representa a reação global que ocorre durante o funcionamento dessa CCM?

- A  $\text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}^+ (\text{aq})$   
 B  $\text{CO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) + \text{H}^+ (\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq})$   
 C  $\text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + \text{H}^+ (\text{aq}) + 2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$   
 D  $\text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightarrow 2 \text{CO}_2 (\text{g}) + 2 \text{O}_2 (\text{g}) + 15 \text{H}^+ (\text{aq})$   
 E  $2 \text{CO}_2 (\text{g}) + 11 \text{H}^+ (\text{aq}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COO}^- (\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

### QUESTÃO 128

No senso comum, considera-se, ainda hoje, que compostos orgânicos são substâncias presentes nos seres vivos. Na Química, a expressão "compostos orgânicos" tem um uso histórico de mais de 200 anos, adquirindo diferentes conotações ao longo do desenvolvimento dessa ciência. Atualmente, atribui-se a essa expressão outro significado.

A concepção científica atual define esses compostos como substâncias

- A benéficas à saúde humana.  
 B capazes de serem biodegradadas.  
 C formadas a partir de gás carbônico.  
 D produzidas sem o uso de agrotóxicos.  
 E contendo carbono como elemento principal.

### QUESTÃO 135

O soro caseiro serve para combater a desidratação por meio da reposição da água e sais minerais perdidos, por exemplo, por diarreia. Uma receita simples para a sua preparação consiste em utilizar duas colheres grandes (de sopa) de açúcar e duas colheres pequenas (de café) de sal de cozinha, dissolvidos em 2 L de água fervida, obtendo-se uma solução com concentração de íon sódio de 1,4 mg/mL.

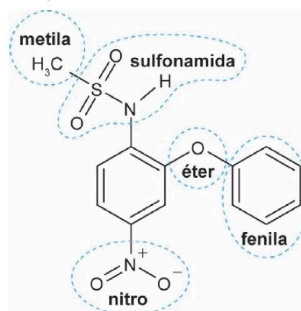
Considere as massas molares:  $\text{NaCl} = 58,5 \text{ g/mol}$ ;  $\text{Na} = 23 \text{ g/mol}$ .

Qual é o valor mais próximo da massa, em grama, de cloreto de sódio presente em uma única colher pequena?

- A 0,7 g  
 B 1,8 g  
 C 2,8 g  
 D 3,6 g  
 E 7,0 g

### QUESTÃO 132

A nimesulida é um fármaco pouco solúvel em água, utilizado como anti-inflamatório, analgésico e antitérmico. Essa substância pode ser convertida em uma espécie eletricamente carregada, de maior solubilidade em água, mediante o tratamento com uma base de Brønsted-Lowry, isto é, uma espécie química capaz de capturar um próton ( $\text{H}^+$ ). Na figura são apresentados os grupamentos presentes na estrutura química da nimesulida.



Nimesulida

GONÇALVES, A. A. et al. Contextualizando reações ácido-base de acordo com a teoria protônica de Brønsted-Lowry usando comprimidos de propranolol e nimesulida. *Química Nova*, n. 3, 2013 (adaptado).

Na estrutura desse fármaco, o grupamento capaz de reagir com a base de Brønsted-Lowry é o grupo

- A sulfonamida.  
 B metila.  
 C fenila.  
 D nitro.  
 E éter.