



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAPÁ
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

NOE NUNES COSTA DA COSTA

A Química orgânica no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio): uma análise das questões cobradas entre 2009-2020.

Macapá/AP

2023

NOE NUNES COSTA DA COSTA

A Química orgânica no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio): uma análise das questões cobradas entre 2009-2020.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, como requisito avaliativo para obtenção do grau de Licenciatura em Química.

Orientador: Prof. Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho.

Macapá/AP

2023

Biblioteca Institucional - IFAP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C837q Costa, Noe Nunes Costa da
A Química orgânica no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio): uma análise das questões cobradas entre 2009-2020 / Noe Nunes Costa da Costa - Macapá, 2023.
89 f.: il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, Curso de Licenciatura em Química, 2023.

Orientador: Haroldo da Silva Ripardo Filho.

1. Química orgânica. 2. Análise de questões. 3. Enem ensino médio. I. Ripardo Filho, Haroldo da Silva, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica do IFAP
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).


NOE NUNES COSTA DA COSTA

A Química orgânica no ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio): uma análise das questões cobradas entre 2009-2020.


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá, Campus Macapá, como requisito avaliativo para obtenção do grau de licenciatura em Química.

orientador: Prof. Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 HAROLDO DA SILVA RIPARDO FILHO
Data: 20/09/2023 12:20:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Dr. Haroldo da Silva Ripardo Filho

Documento assinado digitalmente
 SALVADOR RODRIGUES TATY
Data: 20/09/2023 17:08:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Salvador Rodrigues Taty

Documento assinado digitalmente
 ROSANA TOMAZI
Data: 20/09/2023 14:45:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rosana Tomazi

Aprovado em: 21/ 08 / 2023

Nota: 95

Dedico esse trabalho a minha mãe Graciete Freitas Costa, que sempre me incentivou aos estudos como fonte de conhecimento, crescimento e a mais interessante jornada da vida humana para um intelecto mais iluminado.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que foi o alicerce da minha força e da minha coragem nos dias difíceis para ter chegado até aqui e fazer acontecer a minha formação.

A minha mãe por todo o apoio e incentivo durante todos os anos de curso.

Aos professores, mestres e doutores que contribuíram com os seus saberes para o meu aprendizado em cada aula ministrada no curso durante a minha trajetória neste instituto nos anos em que eu estive aqui, os quais guardarei com carinho em minha memória.

“Se A é o sucesso, então A é igual a X mais Y mais Z. O trabalho é X; Y é lazer; e Z é manter a boca fechada”

Albert Einstein

RESUMO

A análise das questões de química orgânica encontradas nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) torna-se importante para a compreensão de suas resoluções. A partir dessa premissa, identificou-se dificuldades nos conteúdos mais abordados de química orgânica no exame, levando em consideração a média de acertos das interrogativas para avaliar o preparo ofertado aos alunos do ensino médio. O conhecimento desses fatores torna-se relevante, pois possibilitam que os docentes que trabalham com o terceiro ano do ensino, se planejem melhor e possam reorganizar suas práticas pedagógicas e metodológicas, visando o êxito dos alunos que prestarão o exame. A pesquisa objetivou analisar para compreender as questões de química orgânica aplicadas no ENEM dos anos de 2009 a 2020, desenvolvendo um comparativo do conteúdo e interrogativas, bem como classificar os seus conteúdos identificando os níveis de facilidades e dificuldade apresentados nas questões, tecendo uma breve análise crítica sobre elas. Outrossim, a pesquisa está caracterizada como básica ou pura, classificada como qualitativa, exploratória de caráter bibliográfico. Com isto se alcançou o resultado esperado, sob a análise das questões, onde se evidenciaram que as facilidades destas, foram encontradas nas interrogativas que exigiam apenas a identificação do produto na fórmula e as dificuldades se concentravam nas comparações das reações químicas, termos técnicos utilizados e domínio de conhecimento sobre as fórmulas químicas. Constatou-se que, para uma compreensão mais significativa do educando sobre as questões abordadas é necessário que professores integrem teoria e prática, interagindo a teoria com as experiências do dia a dia dos alunos dando respostas para suas argumentações e indagações.

Palavras-chave: química orgânica; análise de conteúdo; preparação; aluno.

ABSTRACT

The analysis of the organic chemistry questions found in the tests of the National High School Examination (ENEM) becomes important for the understanding of its resolutions. From this premise, difficulties were identified in the most approached contents of organic chemistry in the exam, taking into account the average of correct answers of the questions to evaluate the preparation offered to high school students. The knowledge of these factors becomes relevant, because they enable teachers who work with the third year of teaching, to plan better and can reorganize their pedagogical and methodological practices, aiming at the success of the students who will take the exam. The research aimed to analyze to understand the questions of organic chemistry applied in the ENEM from the years 2009 to 2020, developing a comparative content and interrogatives, as well as classifying their contents identifying the levels of facilities and difficulty presented in the questions, weaving a brief critical analysis on them. Moreover, the research is characterized as basic or pure, classified as qualitative, exploratory of bibliographic character. With this the expected result was achieved, under the analysis of the questions, where it was evidenced that the facilities of these were found in the interrogations that required only the identification of the product in the formula and the difficulties were concentrated in the comparisons of the chemical reactions, technical terms used and mastery of knowledge about the chemical formulas. It was concluded that, for a more significant understanding of the learner on the issues addressed it is necessary that teachers integrate theory and practice, interacting the theory with the daily experiences of the students giving answers to their arguments and questions.

Keywords: organic chemistry; content analysis; preparation; pupil

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Questão 91 Enem 2018	30
Figura 2 – Questão 77 Enem 2013	31
Figura 3 – Questão 61 Enem 2012	32
Figura 4 – Questão 52 Enem 2011.....	33
Figura 5 – Questão 55 Enem 2014.....	34
Figura 6 – Questão 131 Enem 2017.....	35
Figura 7 – Questão 131 Enem 2018.....	36
Figura 8 – Questão 64 Enem 2012	37
Figura 9 – Questão 128 Enem 2017	38
Figura 10 – Questão 73 Enem 2010	39
Figura 11 – Questão 73 Enem 2012.....	40
Figura 12 – Questão 57 Enem 2013	41
Figura 13 – Questão 85 Enem 2012	42
Figura 14 – Questão 98 Enem 2018.....	43
Figura 15 – Questão 50 Enem 2011.....	44
Figura 16 – Questão 89 Enem 2011.....	45

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVO	14
2.1	Geral	14
2.2	Específico	14
3	REFERENCIAL TEORICO	15
3.1	Uma breve abordagem histórica do Enem	15
3.2	A química no Enem	17
3.3	A importância da disciplina de química	18
3.4	A química orgânica	20
3.5	Os conteúdos de química orgânica no Enem	21
4	METODOLOGIA	24
4.1	Caracterização da pesquisa	24
4.1.1	Instrumento e coleta de dados.....	25
4.1.2	Análise de dados.....	25
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	28
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
	APÊNDICE	54
	APÊNDICE A - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2020	54
	APÊNDICE B - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2019	57
	APÊNDICE C - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2018	59
	APÊNDICE D - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2017	62
	APÊNDICE E - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2016	64
	APÊNDICE F - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2015	67
	APÊNDICE G - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2014	69
	APÊNDICE H - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2013	73
	APÊNDICE I - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2012	77
	APÊNDICE J - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2011	81
	APÊNDICE K - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2010	84
	APÊNDICE L - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2009	87

1 INTRODUÇÃO

Estudar em uma universidade pública é o sonho de milhares de brasileiros, mas para esta realização, é necessária ampla dedicação e esforço, frequentar cursos, ler muito, praticar exercícios, entender e ter um pouco de domínio sobre todas as disciplinas exigidas e propostas no Enem que é a ponte para o ingresso na universidade. Para sair da utopia e alcançar a realidade tão sonhada de ingressar na faculdade, ampliar conhecimentos e chegar na realização do curso superior é uma jornada com desafio de muito empenho e perseverança.

Sabe-se que no decorrer dos anos essas possibilidades eram bem restritas para muitos, principalmente para cidadãos de baixa renda, que não tinham condições financeiras para pagar um curso preparatório. Essas dificuldades ainda se estendem até os dias atuais, porém surgiram melhorias, com as mudanças que aconteceram no decorrer da história das universidades. Em épocas passadas não existiam muitos meios para ingressar em uma universidade pública ou privada, o que existia eram as provas do vestibular, que cada universidade realizava.

Analisando essas mudanças sobre os meios de ingresso no ensino superior, observa-se que os resultados que hoje são divulgados pela internet, antes eram divulgados por jornais, rádio e pela tv. No cenário atual, as possibilidades de ingresso para o ensino superior em universidade pública ou privada aumentaram, graças aos programas estudantis, como o Sistema de Seleção Unificada (SISU), o Financiamento Estudantil (FIES) e o Programa Universidade para Todos (PROUNI), todos utilizam o exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) como processo seletivo. A forma de ingresso na atualidade, para o ensino superior, conta com uma das maiores reformas já ocorridas no ensino médio. O ENEM é a maior prova aplicada aos estudantes que estão egressos do ensino médio e para aqueles que já concluíram. Porém, é válido lembrar que não se trata de uma prova fácil, exige do estudante tempo e dedicação. Entre as abordagens, estão as questões de química, que muitas vezes além do conhecimento sobre química, exigem conhecimentos de matemática, física, biologia e meio ambiente para serem interpretadas e solucionadas.

Partindo desse contexto, entre as temáticas exigidas no ENEM, a química se inclui, sendo ainda uma matéria considerada complexa por muitos alunos no ensino médio, mas é fundamental para o dia a dia do indivíduo. Em se tratando do ensino de química, a aprendizagem do aluno depende muito do professor e sua metodologia. De acordo com essa temática, Nunes (2002 apud Ferreira; Del pino, 2009, pag.105) destacam uma pesquisa que foi feita com jovens alunos do ensino médio, que revelou não haver, nenhuma relação da química que aprendem na escola com suas vidas cotidianas em sociedade, como os contatos com os produtos de higiene

e limpeza, os agrotóxicos ou até mesmo as fibras sintéticas de suas roupas. O que torna evidente a falta de conexão entre a química aprendida na escola com as questões da vida social que, na maioria das vezes, são próximas e significativas.

No decorrer do ensino médio são abordados conteúdos distintos da química, divididos entre 03 anos. No primeiro, abordam-se os princípios básicos do estudo da matéria e suas propriedades, no segundo são trabalhados os conteúdos de físico-química. Já no terceiro ano, é comumente vista a química orgânica, que trata da química dos compostos de carbono, onde estudam-se grupos funcionais e funções orgânicas, propriedades físicas dos compostos orgânicos, isomeria, noções de acidez e basicidade e reações orgânicas. Ainda são abordados outros conteúdos pertinentes a área, que foram e são de extrema importância para a humanidade e seu desenvolvimento, pois o estudo e a aplicação da química orgânica possibilitaram grandes avanços na medicina, e no desenvolvimento dos setores científicos, tecnológicos e financeiros (BALAGUEZ, 2018).

Portanto, visando possibilitar ao professor um redirecionamento em sua prática docente na preparação para o ENEM e melhorar o aproveitamento dos alunos nas questões de química do exame, o presente trabalho realizou um levantamento das questões de química orgânica abordadas no ENEM, entre os anos de 2009 a 2020. O objetivo do trabalho foi analisar e identificar as dificuldades das questões baseadas nos conteúdos abordados de química orgânica, pensar uma análise crítica para essas questões e novas metodologias para melhorar o ensino do referente assunto.

A problemática relacionou-se as dificuldades das questões de química orgânica no Enem, que além de exigir uma interpretação e memorização significativa das fórmulas, no contexto interdisciplinar exige conhecimentos de matemática, física, biologia, e meio ambiente dificultando o entendimento do educando para a resolução das questões, diante disso surgiram os seguintes questionamentos: quais os conteúdos de química mais abordados nos exames, quais as dificuldades das questões e como preparar melhor o aluno do ensino médio para o exame? A pesquisa se caracterizou quanto a sua natureza, como básica, de forma qualitativa, pois envolveu um processo de investigação científica buscando descrever a complexidade de determinado problema que não emprega instrumentos estatísticos como base para a análise.

A abordagem metodológica foi realizada com pesquisa em várias fontes bibliográficas, livros, artigos, sites, foi efetuado o download das provas dos exames aplicados, a partir dos quais foram identificadas as questões referentes à química orgânica e elencados os assuntos mais cobrados no período definido. A partir da análise foram diagnosticadas as dificuldades das questões, levando em consideração a média de acertos das interrogativas para avaliar o preparo

ofertado aos alunos do ensino médio, segundo (Agência Brasil, 2016) informou em um levantamento sobre a média de erros e acertos, que as taxas de acertos no ENEM, nas disciplinas de química, física e matemática são menores que 30%, foram nestas questões que os candidatos mais erraram.

O objetivo geral teve como enfoque, identificar os conteúdos mais cobrados no exame no período de 2009 a 2020, compreender as dificuldades das questões de química orgânica cobradas no ENEM, e pensar meios necessários e relevantes, para melhor direcionar o trabalho desenvolvido por professores no terceiro ano do ensino médio, de forma que possa melhorar o entendimento do educando sobre conteúdo aplicado nos exames, visto que a complexidade do entendimento sobre esta disciplina ainda é estreita. Desta forma, este estudo se intenciona em entender a base desse contexto, tendo em vista que para muitos alunos, a disciplina de química ainda é caracterizada como uma das mais complexas de se estudar, pois exige do aluno, raciocínio, abstração, conhecimento da matemática, física, meio-ambiente e químico. Conforme (Oliveira e Barbosa, 2019) apontam, que a maioria dos estudantes não tem afinidade com a disciplina de Química, mas entendem a importância de estudá-la e também apontaram que as principais dificuldades na disciplina de química estão relacionadas com os conteúdos que envolvem cálculos e fórmulas matemáticas.

O referido estudo, tem grande relevância e contribuição para professores e acadêmicos dos cursos de Licenciatura em Química, no intuito de despertar um olhar reflexivo para essa temática, incentivar e atualizar suas práticas de ensino na perspectiva de repassar para o educando um conhecimento mais ampliado envolvendo teoria e prática, visando uma compreensão mais explícita.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Identificar os conteúdos de química orgânica mais cobrados nos exames do ENEM entre 2009 e 2020, para melhor direcionar o trabalho desenvolvido pelos professores no terceiro ano do ensino médio e elevar o rendimento dos alunos no exame.

2.2 Específicos

- Selecionar para análise as questões de química orgânica aplicadas nos exames do ENEM de 2009-2020.
- Desenvolver um comparativo do conteúdo e interrogativas de química orgânica presentes nas questões dos Enem.
- Classificar as questões de acordo com o conteúdo de química orgânica abordado nas provas aplicadas no ENEM.
- Identificar as questões que possuem dificuldades e as que possuem facilidades para resolução.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Uma breve abordagem histórica do ENEM

Ao final da educação básica, os alunos do ensino médio para ingressarem nas instituições de ensino superior, tanto públicas quanto privadas, fazem a prova do ENEM, o Exame Nacional do Ensino Médio, criado pelo Ministério da Educação-MEC (2000), o propósito do exame é avaliar o desempenho do estudante ao fim da escolaridade básica, visando verificar o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias, propostas pelo Plano Nacional da Educação – PNE, e pela Base Nacional Comum Curricular – BNCC. O exame exerce a função de avaliador do conhecimento do aluno.

A história do ENEM inicia-se em 1998, quando houve a necessidade de avaliar os concluintes do ensino médio, já que estes de certa forma se encontravam “aptos” para ingressarem no ensino superior, sendo parte integrante do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) (PIUNTI, 2015). Da mesma forma que a SAEB cria exames de avaliação, como a Provinha Brasil, que avalia os conhecimentos de língua portuguesa e matemática dos alunos das escolas públicas matriculados no quinto e nono ano do ensino fundamental, o ENEM avalia o nível de ensino do ensino médio, e atualmente oportuniza a entrada desses alunos para o ensino superior através de nota (PIUNTI, 2015).

Segundo Afonso (2005) a avaliação do ENEM tem como função de melhorar o ensino, funcionando como um mapeamento para implementação e aplicação de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento do sistema de ensino no país. O desempenho de cada prova em seus respectivos anos, reflete as políticas públicas vigentes, tornando a média nacional do exame uma espécie de artifício político usado nas eleições. Assim, se a média nacional for baixa, é usada como objeto de ataque por parte da oposição, por outro lado, quando a nota é alta, é usada como enaltecimento por parte do governo.

Em 28 de maio 1998, o Ministério da Educação (MEC), abriu a portaria número 438, conferindo-lhe o artigo 87 da Constituição Federal, considerando o artigo 6 da Lei nº 4024/61, considerando a redação da 9131/95, instituiu o Exame Nacional do Ensino Médio, que se rege pelo seguinte:

Artigo 1º - Instituir o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM, como procedimento de avaliação do desempenho do aluno, tendo por objetivos: I – conferir ao cidadão parâmetro para auto avaliação, com vistas à continuidade de sua formação e à sua inserção no mercado de trabalho; II – criar referência nacional para os egressos de qualquer das modalidades do ensino médio; III – fornecer subsídios às diferentes modalidades de acesso à educação superior; IV – constituir-se em modalidade de acesso a cursos profissionalizantes pós-

médio (BRASIL, 1998, p. 1).

Para o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas - INEP (2019), a primeira realização da prova do ENEM registrou 157.221 inscrições e contou com 115.575 participantes no dia 20 de agosto. Deste total, 83% tinham isenção da taxa de inscrição, no valor de R\$ 20,00. Entre os inscritos, 53% tinham 18 anos de idade ou menos e 9% vinham de escolas públicas. Embora o uso das notas do ENEM fosse válido apenas para as instituições de educação superior (Universidade, Faculdades, Centro Universitário, Centro de Educação Tecnológica, Instituições Federais), as provas foram aplicadas em 184 municípios brasileiros.

Contudo, ao longo dos anos, os exames sofreram alterações como forma de controle do Estado nos processos de certificação, que para Afonso (2005, p. 30) cumpriu a função de “regulação e legitimação”. Enfatizando que a criação inicial do ENEM, era apenas de avaliar a aprendizagem dos alunos do ensino médio. Após alterações na função do exame, este passou ser utilizado como processo seletivo para acesso ao ensino superior, tanto por instituições públicas como privadas. Com isto, no governo Lula (2003- 2010), foram criados o SISU, que é o passaporte para as universidades públicas e PROUNI, que dá oportunidade de acesso as universidades particulares e oferta bolsas de estudos para os ingressos de instituições privadas, e assim o exame ganhou notoriedade como forma de acesso, pois a participação no ENEM passou a ser condição obrigatória para concorrer ao Prouni.

Somente em 2009, o ENEM passou a ser reconhecido como ferramenta importante para o ingresso ao ensino superior, alcançando as universidades públicas e Institutos Federais de Ensino (IFEs), assim o Ministério da Educação (MEC) expõe que:

[...] algumas reservam percentuais de vagas para os seus candidatos que obtiveram uma determinada nota do exame, outras acrescentam pontos à nota de seus candidatos na primeira ou na segunda fase, dependendo da nota do ENEM, outras substituem a primeira fase pelo exame e outras ainda, substituem totalmente a forma de ingresso pelo resultado do ENEM. (BRASIL, 2009, p.68-69)

Desde então, o ENEM acontece em todo o país, são milhões de jovens que concorrem as vagas em instituições públicas e privadas, na busca pela qualificação profissional. Após a instituição do ENEM como avaliação unificada, o governo promoveu medidas para a qualificação do exame, baseadas na LDB e agora com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

3.2 A química no ENEM

A responsabilidade para a elaboração e correção da prova do ENEM é do INEP (BRASIL, 2009), na qual ele propõe aproximar os conteúdos que caem no exame de acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais e dos currículos praticados nas escolas, mas sem abandonar o modelo de avaliação centrado nas competências e habilidades, seus conteúdos, estão construídos em parceria com a comunidade acadêmica.

Segundo o INEP (BRASIL, 2009), as questões do exame são estruturadas a partir de uma Matriz de Referência, contendo competências e habilidades para cada área do conhecimento, conforme os editais, e essas habilidades a serem avaliadas compreendem, entre outras, o domínio da linguagem científica, a compreensão de fenômenos naturais e da produção tecnológica, a capacidade de relacionar conhecimentos escolares em situações concretas e elaboração de propostas para a intervenção na vida social. No que diz respeito à química, de acordo com novo ENEM, tendo como matriz de referência a de 2009, enfatiza-se no item II:

II- Compreender fenômenos (CF): construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas (BRASIL, 2009, p.1).

Conforme Pozo e Gómez (2009) argumentam que os erros na aprendizagem da Química são determinados pela forma como o aluno organiza seus conhecimentos a partir de suas próprias teorias implícitas sobre o conteúdo. A compreensão das teorias científicas pelos alunos implica superar as restrições que as teorias implícitas trazidas impõem. Segundo Novais (1999) ensinar química tem muito a ver com o professor, em utilizar métodos e recurso pedagógicos, mensurar seus objetivos, estimular e incentivar seus alunos, para que eles superem suas dificuldades e assim aprendam e desenvolvam suas competências na disciplina. Ainda segundo o autor:

Para aprender química, você terá de ser alfabetizado em uma nova, linguagem, em um tipo de escrita próprio dessa ciência, terá de aprender a raciocinar utilizando, conceitos químicos. Posso de antemão, garantindo-lhe, que ao lado do prazer de fazer isso, haverá dificuldades, uma vez que essa ciência teoriza sobre algo que é invisível, que se vale de modelos abstratos. Daí a importância cuidados nesse estudo, de modo que novos termos e conceitos possam ir adquirindo, significado cada vez mais amplo (NOVAIS, 1999, p.1).

Portanto, a interdisciplinaridade do ensino da química é relevante para o desenvolvimento do aluno, pois este já traz consigo alguns conhecimentos de sua realidade do cotidiano, mas ainda precisam ser vistos sob outra ótica, e o professor é o mediador desse conhecimento. Por

se tratar de uma ciência com termos técnicos, o incentivo do professor para que os alunos se superem é fundamental, analisar seus métodos e técnicas de ensino. A química não é uma disciplina individualista, se analisada por outro ângulo, ela está presente na matemática, na geografia, na história, nas ciências, na biologia e na física, o que demonstra ainda sua importância e sua interdisciplinaridade. Segundo (LIVRAMENTO; SOUZA; SILVA, 2018) a prova do Enem é interdisciplinar e contextualizada, e coloca o aluno diante de situações-problema para mensurar não somente se ele conhece os conceitos, mas se sabe aplicá-los. No que se refere à química, inserida na área de ciências da natureza e suas tecnologias, o documento básico do ENEM, faz referência que valoriza a articulação entre os conhecimentos científicos, da química e do contexto de vida com base numa abordagem de temas apoiada na interdisciplinaridade e na contextualização. Inep (2012, apud, LIVRAMENTO; SOUZA; SILVA, 2018).

A química tem o poder de desenvolver papel intrínseco no entendimento das outras ciências e do mundo ao redor das pessoas e natureza, assim faz com que esta ciência seja considerada, além de uma disciplina, uma ciência central. Segundo Abiquim (2020) a química está na base do desenvolvimento econômico e tecnológico, da siderurgia à indústria da informática, das artes à construção civil, da agricultura à indústria aeroespacial, assim, não há área ou setor que não utilize em seus processos ou produtos os conhecimentos oriundos da Química.

Os conceitos de química quando trabalhados de forma própria da química, usando os símbolos, formas, diagramas, equações, tendem a buscar ao entendimento do aluno novas indagações. Sendo assim, observa-se que é importante entrelaçar as disciplinas para o conhecimento mais amplo dos alunos, isso faz com que eles procurem a investigar ainda mais sobre a química no que diz respeito a construção da vida e ao seu redor. Desta forma, os alunos podem perceber que a disciplina de química não está isolada e formada, mas que está entrelaçada com outras disciplinas envolvidas.

3.3 A importância da disciplina de química.

A química é uma ciência de grande importância para a vida do aluno, pois é através dela que se pode compreender a matéria, suas diversas propriedades e aplicações, tornando a visão do indivíduo mais ampla para tudo que existe no nosso mundo, desde o ar que se respira até a formação de sua estrutura corporal. Quando se trata do estudo de química, logo se pensa em fórmulas e cálculos, o que acaba caracterizando esta disciplina como muito complexa, no entanto é um pensamento errôneo, uma vez que através dela pode-se aprender as propriedades de inúmeros produtos, como utilizá-los corretamente e, a interpretar e discutir problemas

ambientais e energéticos.

Desta forma, a química orgânica como parte da química enquanto ciência, se destaca pelo estudo dos compostos do carbono e suas propriedades, assim como, os compostos que constituem os seres vivos. Para Ferreira; Del Pino (2009) o estudo de Química Orgânica, nos diferentes níveis de ensino, tem grande importância pela existência e aplicações de inúmeras substâncias que contêm carbono na sua estrutura, assim como os elementos organógenos, em suas diferentes possibilidades energéticas e espaciais, que possibilitam a existência de inúmeras substâncias diferentes. Estas estão presentes na origem da vida e são essenciais para sua manutenção, quer seja pela constituição dos organismos vivos, quer seja por suas relações exteriores que envolvem alimentação, vestuário, medicamentos, construção de casas e meios de transporte, entre tantos outros.

O conhecimento teórico se faz eficiente quando associado com a prática, ou seja, são dois elos que fazem concretizar o estudo da química orgânica. De acordo com Russell (1994) quanto mais integrada a teoria e a prática, mais sólida se torna a aprendizagem de Química, cumprindo a sua verdadeira função dentro do ensino, contribuindo para a construção do conhecimento químico, não de forma linear, mais transversal, isto é, não apenas trabalha a química no cumprimento da sua sequência de conteúdo, mais interage o conteúdo com o mundo vivencial dos alunos de forma diversificada, associada à experimentação do dia-a-dia, aproveitando suas argumentações e indagações.

Nesse contexto, as ideias e discussões em relação ao ensino de química, se faz necessário, pois apesar de já haver uma base curricular, as escolas devem propor novas políticas sobre o assunto, visando alcançar tanto professores quanto alunos. Para Lopes (2006) as políticas curriculares para o ensino de química podem ser compreendidas como discursos, pois fazem parte de “práticas que formam os objetos dos quais falamos e que se associam ao que pode ser dito, a quem pode dizer, quando e com que autoridade”. No contexto escolar, esses discursos sinalizam um conjunto de mudanças e reformas que muitas vezes são vistos pelos professores como:

Um pacote “lançado de cima para baixo”, determinado pelos governos, cabendo às escolas apenas implementar ou resistir a esse pacote. Igualmente se confronta com a distinção entre política e prática como duas instâncias nas quais estão polarizadas a dominação e a resistência, a ação e a reação (LOPES, 2006, p.38).

Portanto, assim como as outras disciplinas, a química também é importante para a formação do aluno, faz com que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, com isso ele tem a capacidade de julgar com

fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autônomas, enquanto indivíduos e cidadãos, o que deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si quanto da construção de um conhecimento científico colocado em relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas.

3.4 A química orgânica.

A química orgânica na sua história surgiu da ideia de Bergman em 1777, que entendeu este fenômeno e dividiu em química orgânica (Química dos compostos existentes nos organismos vivos) e química inorgânica (Química dos compostos existentes nos minerais). Neste sentido surgiu a distinção entre matéria orgânica e matéria inorgânica. Diante deste conhecimento, os químicos iniciaram a dedicar-se ao estudo das substâncias encontradas em organismos vivos. “Como todas as substâncias orgânicas conhecidas eram extraídas de animais e vegetais, os químicos supunham que elas não poderiam ser produzidas sintetizadas em laboratório” Carneiro (2010, p. 7).

No entanto, contrastando a teoria de Bergman, em 1928, Friedrich Wöhler, inovou com uma nova descoberta, sintetizou um composto orgânico (ureia) a partir de um composto inorgânico (cianato de amônio) em laboratório, provando que é possível compostos orgânicos a partir de compostos não provenientes de seres vivos. Assim sendo, pela primeira vez um composto orgânico foi obtido de um organismo não vivo, sem o auxílio de qualquer tipo de força vital, desta forma os compostos passaram a ser definidos como compostos que contém carbono. Bruice (2014, p.1). Neste sentido, é válido que a química orgânica, é a parte da química que estuda os compostos que contém carbono. Porém, nem toda substância que contém carbono é parte da Química Orgânica. “ Como um exemplo C (grafite), C (diamante), CO, CO₂, HCN, H₂CO₃, Na₂CO₃, apesar de conterem carbono, eles têm comportamento de uma substância inorgânica. Os compostos orgânicos são, na sua maioria, formados por C, H, O e N, estes átomos são chamados de elementos organógenos” (SOLOMONS; FRYHLE, 2005).

Diante disto, pode-se relatar a importância do entendimento desse estudo, pois segundo Peruzzo e Canto (2006) a química orgânica tem um papel importante para a compreensão dos processos que ocorrem nos seres vivos e para os seres vivos. Os detergentes, plásticos e medicamentos são substâncias orgânicas produzidas pelo homem, por isso a importância de não se confundir ou delimitar a palavra orgânica. Assim sendo, o estudo da química é válido para a compreensão da vida relacionada as interações com a química no cotidiano. Para a compreensão

do ser humano, é possível destacar o uso dos medicamentos para a saúde, visto que apresentam composição de carbono, logo apresentam uma estrutura molecular. Dentro dessa linha de pensamento, é válido ressaltar a importância do estudo da química orgânica, pois este fenômeno é muito presente e faz parte da vida no dia a dia, assim como no próprio organismo, visto que o corpo humano é composto por células que incluem o carbono e estas sobrevivem com o processo das reações químicas.

Segundo Solomons e Fryhle (2005):

A química orgânica é a química dos compostos de carbono. Os compostos de carbono são centrais para a vida neste planeta. Os compostos de carbono incluem DNAs, as moléculas helicoidais gigantes que contêm toda nossa informação genética. Elas incluem as proteínas que catalisam todas as reações em nosso corpo e que constituem os compostos essenciais de nosso sangue, músculos e pele. Junto com o oxigênio do ar que respiramos, os compostos de carbono fornecem a energia que sustentam a vida (SOLOMNS e FRYHLE, 2005, p. 2).

Contudo, a química orgânica é indissociável em muitos aspectos da vida, daí a importância de entender a formação do que está ao entorno do ser humano, como por exemplo as roupas, substância natural como a lã, algodão ou sintética como o náilon ou o poliéster; os materiais de limpeza, a gasolina, a borracha de pneus, os plásticos, os medicamentos; assim como os reagentes orgânicos, que são causadores de alguns de alguns problemas, como aqueles reagentes que são despejados no ambiente e tem consequência negativa, entre estes está o plástico que tem degradação lenta, os biopesticidas que causam toxicidade e o combustível que provocam o aumento do efeito estufa.

3.5 Os conteúdos de química orgânica no ENEM

De acordo com a Matriz de Referência (2009), para as questões de química orgânica no ENEM, devem seguir:

Características gerais dos compostos orgânicos. Principais funções orgânicas. Estrutura e propriedades de hidrocarbonetos. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados. Fermentação. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados. Macromoléculas naturais e sintéticas. Noções básicas sobre polímeros. Amido, glicogênio e celulose. Borracha natural e sintética. Polietileno, poliestireno, PVC, Teflon, náilon. Óleos e gorduras, sabões e detergentes sintéticos. Proteínas e enzimas (BRASIL, 2009, p. 18).

Diante disto, pode-se afirmar que durante o ensino médio é necessário que sejam aprendidos esses conteúdos, haja vista que, as questões elaboradas pelo INEP, são complexas e com um nível de dificuldade maior do que geralmente é exigido nas provas durante o ensino

médio. Segundo Miranda e Costa (2007, apud, LIVRAMENTO; SOUZA; SILVA, 2018) em uma pesquisa realizada com alunos do ensino médio, destacam que quando se pensa na realidade do ensino médio, nota-se a dificuldade dos estudantes na disciplina de química relacionada as questões que são cobradas no ENEM, pelo fato de não associarem a química com outras disciplinas ou terem dificuldades na leitura da questões e até mesmo, dificuldades para compreender os conceitos trabalhados. Nesse sentido, resalta-se a importância de novas metodologias para o ensino da química na perspectiva de mudança para as dificuldades em compreender os conteúdos trabalhados.

Nas aplicações das provas do ENEM entre 2009 e 2020, foram abordados conteúdos de introdução a química orgânica, esta parte inicial estuda o conceito de química orgânica, cadeia carbônica e sua classificação, fórmulas estruturais, classificação dos carbonos, benzeno e compostos aromáticos, hidrocarbonetos e suas nomenclaturas; as principais classes dos compostos orgânicos; ligações intermoleculares na química orgânica; isomeria; reação de substituição e de adição, que estuda os produtos comercializados; noções de acidez e basicidade em compostos orgânicos; polímeros sintéticos; noções sobre alguns compostos presentes nos seres vivos; química orgânica e o meio ambiente que aborda o estudo sobre os combustíveis fósseis assim como as questões ambientais do descarte do lixo e o aproveitamento do lixo. Para tanto o professor em sua prática pedagógica deve estar atento não apenas à teoria, visto que exige conhecimento matemático, biológico e ambiental.

Segundo Fazenda (2002):

[...] se definimos Interdisciplinaridade como junção de disciplinas, cabe pensar em currículo apenas na formação de sua grade. Porém, se definirmos interdisciplinaridade como atitude de ousadia e busca frente ao conhecimento, cabe pensar aspectos que envolvem a cultura do lugar onde se formam professores e ainda complemento, e onde atuam como profissionais (FAZENDA, 2002, p. 206).

Quanto ao ensino da química e o aprendizado, é importante destacar que a dedicação a este estudo e o interesse de aprender, são plenos para se entender os conteúdos desta disciplina. As indagações sobre o que está vinculado à realidade cotidiana dos educandos e o conhecimento de outras disciplinas que se inserem na química é fundamental para entender as resoluções das provas e ter uma compreensão mais evoluída da disciplina, assim é possível dizer que o trabalho do professor com práticas inovadoras é fundamental para a construção da aprendizagem, porém, a participação do educando nesse contexto é tão importante quanto as metodologias dos professores.

Nesse contexto, as ideias e discussões em relação ao ensino de química, se faz

necessário, pois apesar de já haver uma base curricular, as escolas devem propor novas políticas sobre o assunto, visando alcançar tanto professores como alunos um rendimento maior e melhor.

4 METODOLOGIA

A abordagem metodológica foi desenvolvida com pesquisa em várias fontes bibliográficas, livros, artigos, sites, provas do ENEM do ano 2009 até 2020. Para a realização da pesquisa, foi feito a compilação e fichamento de livros e artigos utilizados, assim como o download das provas do site do INEP, as quais foram selecionadas para uma leitura previa e posteriormente análise minuciosa do conteúdo para o levantamento e construção do trabalho proposto.

4.1 Caracterização da Pesquisa

Observando o problema abordado para se chegar ao real objetivo, essa pesquisa se caracteriza quanto a sua natureza como básica, pois tem como objetivo gerar conhecimento que seja útil, a partir da análise das questões de química orgânica nas provas do ENEM. Segundo Richardson (2017, p. 7), a pesquisa básica também é conhecida como pura, e “procura formular novas teorias ou modificar as existentes, a fim de incrementar conhecimentos científicos ou filosóficos, sem aplicação imediata”.

A pesquisa quanto ao problema, se caracteriza como qualitativa, pois envolverá um processo de investigação científica buscando descrever a complexidade de determinado problema, não emprega instrumentos estatísticos como base para a análise não envolvendo manipulação de variáveis ou estudos experimentais, considerando todos os componentes de uma situação e suas interações e influências recíprocas (PRODANOV, 2013).

No que diz respeito aos seus objetivos, a pesquisa será exploratória tendo em vista que se buscará conhecer mais sobre as questões de química orgânica que foram exigidas no ENEM, assim como, elaborar possíveis hipóteses. Segundo Gil (2017) a pesquisa exploratória tem por objetivo aprimorar hipóteses, validar instrumentos e proporcionar familiaridade com o campo de estudo. Ela constitui a primeira etapa de um estudo mais amplo e é muito utilizada em pesquisas cujo tema foi pouco explorado, podendo ser aplicada em estudos iniciais para se obter uma visão geral acerca de determinados fatos.

Quanto a modalidade, trata-se de uma pesquisa bibliográfica, pois faz um apanhado geral no desenvolvimento do trabalho com fundamentações teóricas que foram utilizadas como marco de referência na pesquisa, revestidas de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema. De acordo com (SEVERINO, 2003). A pesquisa bibliográfica é realizada com base em textos, como livros, artigos científicos, ensaios críticos, dicionários, enciclopédias, jornais, revistas, resenhas, resumos. Para tanto, a pesquisa

bibliográfica consiste na etapa inicial de todo o trabalho científico ou acadêmico.

4.1.1 Instrumento e coleta de dados

Para obter os dados objetivados para o estudo, foram baixadas as provas do Enem de 2009 a 2020 do site do INEP, de onde foram retiradas as questões de química orgânica, em busca da análise para as propostas da investigação, adotou-se como instrumento de coleta de dados, a leitura, fichamento e análise das questões de química orgânica nas provas do ENEM entre os anos de 2009 e 2020.

Segundo Marconi; Lakatos (2017, p. 38) “à medida que o pesquisador tem em mãos as fontes de referências, deve transcrever os dados em fichas de papel ou em arquivos eletrônicos, com o máximo de exatidão e cuidado”.

Desta forma, foram selecionadas diferentes provas do Enem de anos sequenciais, fazendo um comparativo das questões de química orgânica que possibilitaram a compreensão das questões de química orgânica, através da análise dos comandos das questões, dos gráficos, fórmulas e estrutura molecular entre outros.

Sobre a análise e interpretação, para Marconi e Lakatos (2017, p. 38) “é considerado um juízo de valor sobre determinado material científico”. Portanto, os resultados da pesquisa foram formalizados qualitativamente de forma compreensível, seguindo os processos que constituem e elucidam a pesquisa científica.

4.1.2 Análise de dados

No primeiro momento, foi realizada uma leitura pré-análise das provas do exame que foi o material utilizado como objeto de estudo da pesquisa, as quais foram organizadas para um estudo mais aprofundado das questões para as explicações e argumentos. Para Bardin (2016), a pré-análise é a fase da análise que objetiva operacionalizar e sistematizar idéias para o desenvolvimento da análise, ela consiste em estabelecer contato com o documento para analisar e conhecer o texto, se deixando invadir por impressões e orientações para que a leitura se torne mais precisa.

No segundo momento, foram identificadas e separadas as questões relacionadas a química orgânica das provas do Enem. As questões foram analisadas minuciosamente observando o comando das questões, a qual conteúdo de química orgânica cada questão apresentada se referia e quais as dificuldades para a resolução das questões, posteriormente foi efetuada a categorização das questões quanto ao conteúdo utilizado, para dar o direcionamento do assunto fazendo a diferenciação da explicação de cada questão agrupando

por conteúdo.

Desta forma as questões foram agrupadas de acordo com os seguintes conteúdos:

a) introdução a química dos compostos de carbono: dispõe de conhecimentos sobre o que é a química orgânica, saber classificar carbonos e cadeias carbônicas, identificação de compostos aromáticos e nomenclatura de hidrocarbonetos;

b) principais classes dos compostos de carbono: é a parte onde identifica-se as Funções orgânicas e suas nomenclaturas destacam-se como ponto principal, bem como os organometálicos;

c) ligações intermoleculares na química orgânica: é a parte da química que compreende o modelo da repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência (VSEPR), saber distinguir a geometria dos átomos de carbono, compreender a estereoquímica do carbono saturado, polaridade de ligações e polaridade da molécula, tamanho da cadeia e solubilidade, ligações intermoleculares forças intermoleculares e ponto de ebulição;

d) isomeria: é a parte da química que identifica quando ocorre duas ou mais substâncias diferentes possuem a mesma fórmula molecular, mas diferentes propriedades e fórmulas estruturais. Essas substâncias são isômeras entre si, identifica-se e diferencia-se os tipos de isomeria constitucional (isomeria plana), isomeria geométrica (ou isomeria cis-trans) e isomeria óptica;

e) reação de substituição e adição: é a parte dos processos químicos que se observa a substituição nucleofílica ou eletrofílica em alcanos e em aromáticos, e adição a alcanos, alcinos e aromáticos, assim como a adição e substituição em ciclanos;

f) noções de basicidade em compostos orgânicos: é a parte que compreende a acidez e a basicidade na química orgânica e também o caráter anfótero na química orgânica;

g) oxirredução, desidratação, esterificação: compreender o processo de oxidação e redução em compostos orgânicos, oxidação em álcoois e alcenos, desidratação de álcoois, esterificação, hidrólise ácida e hidrólise básica de ésteres;

h) polímeros sintéticos e noções sobre compostos orgânicos: é a parte que compreende os conceitos e a formação dos polímeros de adição e condensação, entender as fibras têxteis;

i) noções sobre alguns compostos presentes nos seres vivos: é a parte que compreende a presença dos compostos orgânicos nos seres vivos destacando trigliceróis, proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos, assim como a produção de sabões e detergentes;

j) química orgânica e o meio ambiente: estão entre temas contemporâneos envolvendo o meio ambiente e a produção de energia no mundo, abordando o petróleo, carvão mineral, efeito estufa, biogás e também o lixo e seu destino.

Para Bardin (2016), categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e em seguida por agrupamento analisado, que se efetuam em razão de características comuns, esta é necessária para analisar e explicar enquadrar técnicas, classificar e agregar indicadores, os quais permitem uma descrição das características pertinentes do conteúdo.

Nota-se que, os conteúdos analisados têm em comum a “química orgânica” com aplicações e interpretações diferenciadas nos variáveis seguimentos. Bardin (2016) advoga que, análise de conteúdo caracteriza-se em um conjunto de técnicas de análises, não se tratando apenas de um único instrumento, marcado por disparidades adaptáveis, mas a um amplo campo de aplicação, onde documentos e objetivos de pesquisadores podem ser diferentes em seus procedimentos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o início do trabalho foi realizado um breve estudo da história do Enem, e verificou-se que o ENEM, é a ponte que dá acesso para as universidades públicas, assim como, também possibilita o acesso para o ingresso em universidades privadas através de programas que disponibilizam bolsas integrais e parciais. O exame é realizado em todo o país e milhões de jovens concorrem as vagas, na busca pela qualificação profissional. Porém o aluno do ensino médio deve estar bem preparado para alcançar esta meta. Para tanto, é preciso notar a formação de professores para a atuação da educação básica, pois é através das práticas pedagógicas e metodologias usadas por professores que é melhorado o ensino. Observou-se que é preciso rever conceitos e métodos, havendo a necessidade de fazer com que a preparação dos alunos para o ingresso no ensino superior seja enriquecedora, onde estes possam suprir suas necessidades e deficiências no processo do ensino.

Na análise das questões de química orgânica do ENEM, apresentadas dos anos 2009-2020, foi possível identificar que estas apresentavam interpretações variadas de fáceis e difíceis formas de resolução, as questões que exigiam mais de uma interpretação considera-se em nível difícil, em exemplo, a questão 52, ENEM 2011, figura 4, que para chegar a resolução correta, exigia do candidato conhecimento sobre a identificação das forças intermoleculares presentes nas estruturas, polaridade de moléculas, distribuição eletrônica, os tipos de ligações simples e geometria da molécula, o aluno além de ter conhecimento sobre fórmulas estruturais, devia saber fazer o reconhecimento das forças intermoleculares. As questões consideradas fáceis, foram aquelas com elaboração de perguntas mais diretas e menos interpretação como a questão 77, ENEM 2013, figura 2, que pede apenas para classificar o carbono quaternário.

A interdisciplinaridade e as múltiplas interpretações são muito abrangente para chegar a resolução das questões de química orgânica, visto que, o aluno tem que ter habilidade de saber identificar a fórmula estrutural e molecular, nomenclaturas, classificação de carbonos em cadeia carbônica, identificação das funções orgânicas comuns nos compostos, assim como exigem também o conhecimento de biologia e matemática, física e meio ambiente, juntamente com os conhecimentos específicos da química, para interpretar e resolver as questões é necessário entrelaçar relações com outras disciplinas. As questões das provas de química orgânica do ENEM aplicadas entre os anos de 2009 e 2020 que foi a proposta deste estudo, foram organizadas e categorizadas conforme o conteúdo abordado como mostra o (Quadro 1).

Quadro 1- Questões de química orgânica do Enem anos 2009 a 2020, divididas por conteúdo.

Assunto relacionado	Ano /Nº da questão	Questões/Assunto relacionado
Introdução a química dos compostos do carbono.	2010: 55; 2013: 77; 2014: 60, 87; 2015: 65; 2016: 63, 65; 2018: 91, 107; 2019: 120; 2020: 94;	11
As principais classes dos compostos orgânicos.	2010: 84; 2012: 61, 2014: 68, 2015: 85; 2017: 96;	5
Ligações intermoleculares na química orgânica.	2009: 36; 2011: 52; 2014: 55; 2017: 131; 2018: 134; 2019: 112;	6
Isomeria	2013: 49; 2016: 80; 2018: 131;	3
Reação de substituição Reação de adição	2012: 64; 2017: 128; 2018: 119;	3
Noções de acidez e basicidade em compostos orgânicos.	2010: 73;	1
Oxirredução, desidratação, esterificação.	2012: 73; 2015: 86; 2019: 124;	3
Polímeros sintéticos.	2013: 57, 68; 2020: 100;	3
Noções sobre alguns compostos presentes nos seres Vivos	2009: 12; 2011: 69; 2012: 85; 2014: 71; 2020: 102;	5
Química orgânica e o meioambiente	2009: 43; 2011: 50, 89; 2012: 57; 2013: 72; 2014: 86; 2014: 47; 2016: 51, 87; 2018: 98; 2020: 97, 124;	12

Fonte: Elaboração própria.

Para cada conteúdo, analisaram-se as questões em que estes foram abordados, foi possível averiguar a estrutura e organização, assim como apontar o conhecimento necessário para a sua resolução e os conteúdos mais cobrados no ENEM.

Para Jonhstone (1984) as dificuldades de aprendizagem partem das relações entre as capacidades, as competências dos alunos e a formulação da pergunta, assim, essas dificuldades se manifestam através das linguagens oral, escrita e gráfica, mas essencialmente existem implícitas nas atividades que o aluno realiza, pois não são isoladas, mas constituem estruturas,

esquemas, marcos teóricos, teorias pessoais ou sistemas de ideias.

As questões que abordaram os conteúdos de introdução à química orgânica, aconteceram nos anos 2010, 2013, 2014, 2015, 2016, 2018, 2019 e 2020. Elas apresentam texto introdutório antes do principal questionamento e apresentação das assertivas. As questões 55 (2010), 87 (2014), 63 (2016), e 91 (2018), não apresentaram fórmulas nas assertivas, porém, exigia do estudante o conhecimento sobre fórmula estrutural e molecular, assim como, de nomenclatura. As características informadas podem ser observadas na questão 91 de 2018 (figura 1), que apresenta como alternativa correta a letra “A”.

Figura 1 - Questão 91, ENEM 2018.

QUESTÃO 91

As abelhas utilizam a sinalização química para distinguir a abelha-rainha de uma operária, sendo capazes de reconhecer diferenças entre moléculas. A rainha produz o sinalizador químico conhecido como ácido 9-hidrodec-2-enoico, enquanto as abelhas-operárias produzem ácido 10-hidrodec-2-enoico. Nós podemos distinguir as abelhas-operárias e rainhas por sua aparência, mas, entre si, elas usam essa sinalização química para perceber a diferença. Pode-se dizer que veem por meio da química.

LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. *Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006 (adaptado).

As moléculas dos sinalizadores químicos produzidas pelas abelhas rainha e operária possuem diferença na

- A fórmula estrutural.
- B fórmula molecular.
- C identificação dos tipos de ligação.
- D contagem do número de carbonos.
- E identificação dos grupos funcionais.

Fonte: Brasil (2018).

As questões do ENEM 77 (2013), 60 (2014), 65 (2015), 107 (2018), 120 (2019) e 94 (2020) apresentaram fórmulas estruturais, o que exigiu do aluno o domínio sobre esse tipo de representação dos compostos orgânicos. Não trata-se de uma questão que exige tanto interpretação textual do aluno, pois a pergunta poderia inclusive ter sido feita diretamente sem a utilização de texto introdutório extenso, da seguinte forma: a abelha rainha produz sinalizador químico conhecido como ácido 9-hidrodec-2-enoico enquanto as operárias produzem ácido 10-hidrodec-2-enoico, as moléculas possuem diferença em qual das alternativas.

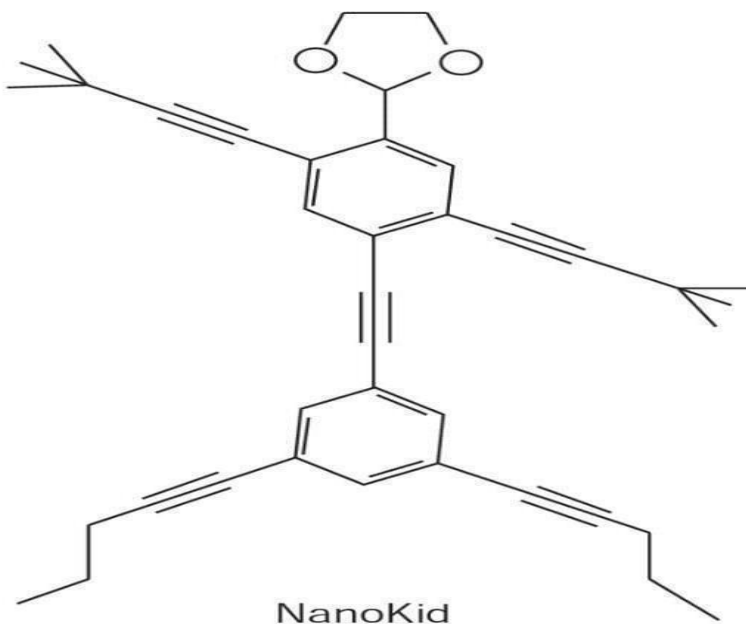
Para questão 77 ENEM (2013), figura 2, o estudante necessitava conhecer a fórmula estrutural condensada linear e ainda a classificação de carbonos em uma cadeia carbônica, visto que somente foram pedidos para identificar a localização dos carbonos quaternários. A maior dificuldade neste caso, é a familiaridade com a fórmula utilizada, pois nela os carbonos

não ficam visíveis diretamente e os hidrogênios ligados aos carbonos não são escritos.

Figura 2 - Questão 77, ENEM 2013.

QUESTÃO 77

As moléculas de *nanoputians* lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em química orgânica. Um exemplo é o NanoKid, representado na figura:



CHANTEAU, S. H.; TOUR, J. M. *The Journal of Organic Chemistry*, v. 68, n. 23, 2003 (adaptado).

Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?

- A) Mãos.
- B) Cabeça.
- C) Tórax.
- D) Abdômen.
- E) Pés.

Fonte: Brasil (2013).

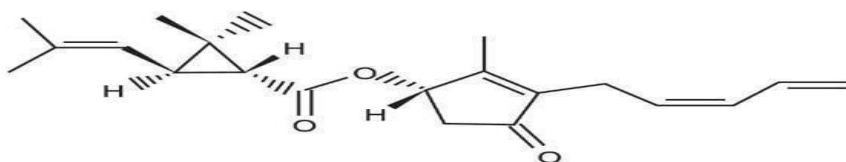
Nessa questão, ainda foi possível visualizar um ponto importante no processo de ensino aprendizagem, a utilização de figuras não convencionais para chamar mais atenção do aluno, com a intenção de ter mais clareza na resposta, ao invés da utilização de texto extensos. Isso fez com que o aluno tivesse uma interação maior com a questão e também destacasse a objetividade quanto ao interesse em extrair o conteúdo técnico, como saber que o carbono quaternário é aquele que apresenta quatro ligações simples entre carbonos, logo, torna a resolução mais simples e rápida, cabendo ao investigador simplesmente localizar a parte do corpo que contém esse tipo de carbono, que seriam as mãos tendo como alternativa correta é letra “A”.

As questões que abordaram o conteúdo de funções orgânicas estiveram presentes nos exames dos anos de 2010, 2012, 2014, 2015 e 2017. Todas se estruturam com texto introdutório antes das assertivas, como é possível observar na questão 61 do ENEM 2012, (figura 3).

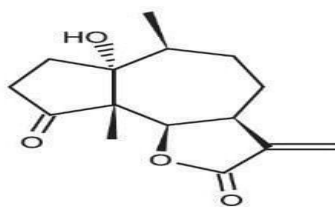
Figura 3 - Questão 61, ENEM 2012.

QUESTÃO 61

A produção mundial de alimentos poderia se reduzir a 40% da atual sem a aplicação de controle sobre as pragas agrícolas. Por outro lado, o uso frequente dos agrotóxicos pode causar contaminação em solos, águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e alimentos. Os biopesticidas, tais como a piretrina e a coronopilina, têm sido uma alternativa na diminuição dos prejuízos econômicos, sociais e ambientais gerados pelos agrotóxicos.



Piretrina



Coronopilina

Identifique as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas dos dois biopesticidas apresentados:

- A Éter e éster.
- B Cetona e éster.
- C Álcool e cetona.
- D Aldeído e cetona.
- E Éter e ácido carboxílico.

Fonte: Brasil (2012).

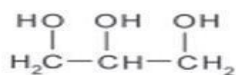
A questão destacada acima, traz a fórmula estrutural de dois biopesticidas, para que nelas sejam identificadas as funções orgânicas comuns aos dois compostos. Para a resolução, além de familiaridade com fórmulas estruturais, o aluno necessita da habilidade de identificar funções orgânicas. Trata-se uma questão relativamente simples, visto que na estrutura da piretrina só a duas funções e coronopilina há três, não existindo muitas opções.

Os conteúdos de ligações intermoleculares na química orgânica, foram cobrados nas provas do ENEM 2009, 2011, 2014, 2017, 2018 e 2019. Especificamente nas questões 36 (2009), 52 (2011), 55 (2014), 131 (2017), 134 (2018) e 112 (2019), que se faz necessário o conhecimento sobre as forças intermoleculares, sua intensidade e geometria da molécula, influenciada pela polaridade das ligações e da molécula, e pelo processo de repulsão dos pares eletrônicos da camada de valência. A resolução das questões variou entre a identificação das forças intermoleculares presentes nas estruturas, como a polaridade de moléculas, a distribuição eletrônica, os tipos de ligações simples e geometria da molécula predominavam nas questões, como mostra a 52, figura 4.

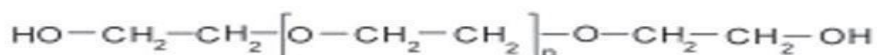
Figura 4 - Questão 52, ENEM (2011).

QUESTÃO 52

A pele humana, quando está bem hidratada, adquire boa elasticidade e aspecto macio e suave. Em contrapartida, quando está ressecada, perde sua elasticidade e se apresenta opaca e áspera. Para evitar o ressecamento da pele é necessário, sempre que possível, utilizar hidratantes umectantes, feitos geralmente à base de glicerina e polietilenoglicol:



glicerina



polietilenoglicol

Disponível em: <http://www.brasilecola.com>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

A retenção de água na superfície da pele promovida pelos hidratantes é consequência da interação dos grupos hidroxila dos agentes umectantes com a umidade contida no ambiente por meio de

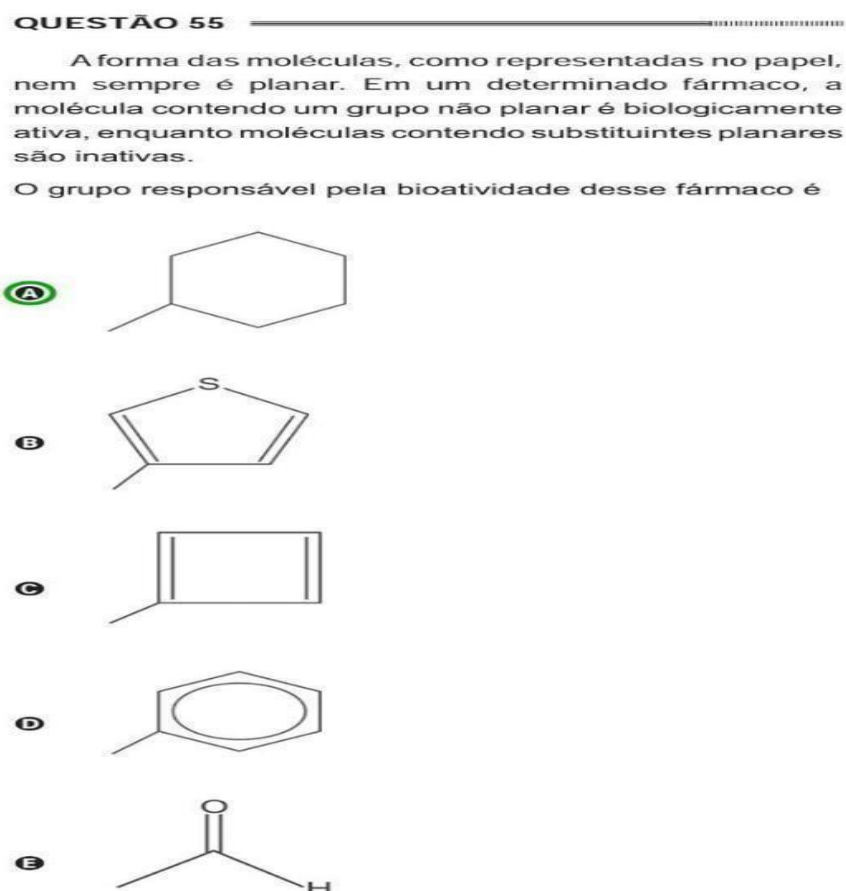
- A ligações iônicas.
- B forças de London.
- C ligações covalentes.
- D forças dipolo-dipolo.
- E ligações de hidrogênio.

Fonte: Brasil (2011)

Ao ler a questão, observa-se que o aluno precisava além ter conhecimento sobre fórmulas estruturais, e o reconhecimento das forças intermoleculares. Para isso seria necessário identificar as forças intermoleculares nos compostos glicerina e polietilenoglicol, que constituem os agentes umectantes e na água, que são ligações de hidrogênio. Os hidratantes por possuírem em sua composição compostos com a mesma força intermolecular que a água, conseguem interagir bem e retê-la. A alternativa correta nesse caso é a letra “E”.

Na questão 55, ENEM 2014, de geometria molecular apresentada, mostra quatro estruturas visualmente de geometrias semelhantes de cadeia fechada e apenas uma de cadeia aberta, dificulta a análise do participante de não analisar corretamente as estruturas e possivelmente marcar a resposta errada, pois para a resolução correta, desvia-se observar a hibridização dos carbonos presentes em cada molécula para assim definir a geometria não planar, como mostra a questão 55, figura 5, com resposta correta no item (A)

Figura 5 - Questão 55, ENEM 2014.



Fonte: Brasil (2014).

Para tanto, as questões aplicavam-se sobre assuntos envolvendo ligações

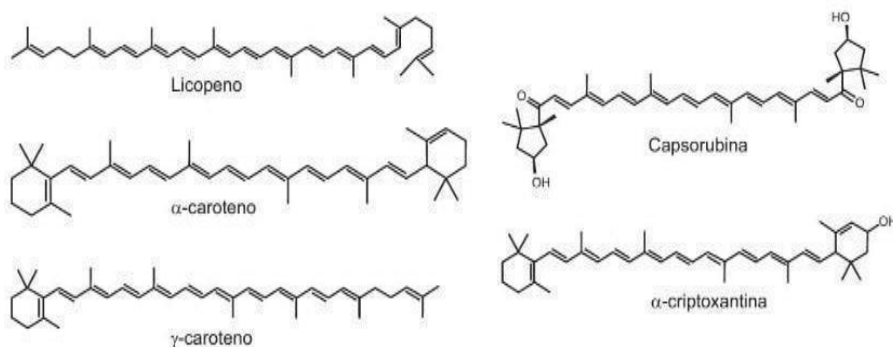
intermoleculares induziam a fazer um comparativo entre as moléculas presentes para saber sua reatividade, como mostra a figura abaixo:

Figura 6 - Questão 131 ENEM 2017.

QUESTÃO 131

A cromatografia em papel é um método de separação que se baseia na migração diferencial dos componentes de uma mistura entre duas fases imiscíveis. Os componentes da amostra são separados entre a fase estacionária e a fase móvel em movimento no papel. A fase estacionária consiste de celulose praticamente pura, que pode absorver até 22% de água. É a água absorvida que funciona como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida (partição líquido-líquido). Os componentes capazes de formar interações intermoleculares mais fortes com a fase estacionária migram mais lentamente.

Uma mistura de hexano com 5% (v/v) de acetona foi utilizada como fase móvel na separação dos componentes de um extrato vegetal obtido a partir de pimentões. Considere que esse extrato contém as substâncias representadas.



RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel. *Química Nova na Escola*, n. 29, ago. 2008 (adaptado).

A substância presente na mistura que migra mais lentamente é o(a)

- A** licopeno.
- B** α -caroteno.
- C** γ -caroteno.
- D** capsorubina.
- E** α -criptoxantina.

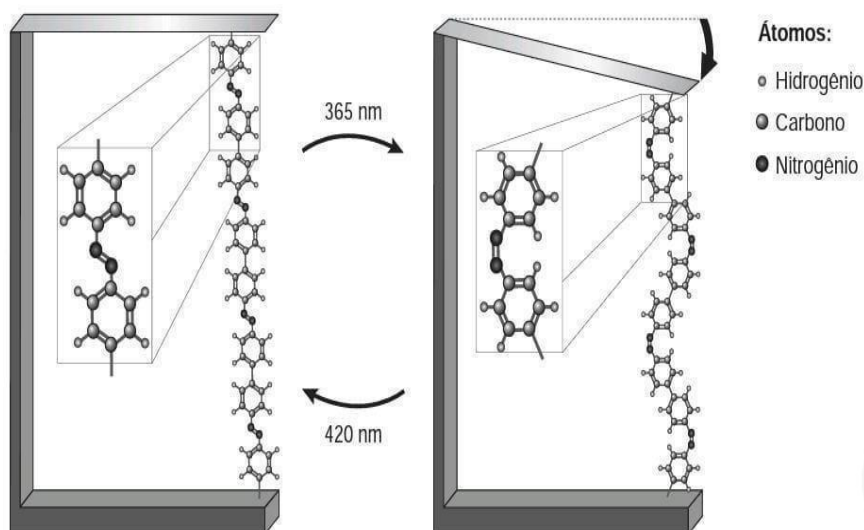
Sobre o conteúdo de isomeria, este foi cobrado nos anos de 2013, 2016 e 2018, as assertivas apresentaram texto introdutório e exigia do aluno a compreensão da estrutura da molécula. As questões foram 49 (2013), 80 (2016) e 131 (2018).

Na questão 131 do ENEM 2018, (figura 07), era necessário para a resolução o conhecimento sobre isomeria geométrica, além do conhecimento sobre fórmula, uma vez que foram utilizadas fórmulas condensadas lineares e os hidrogênios também estavam condensados, dificultando a análise e a interpretação. A partir disso, o aluno teria condições de interpretar que a incidência da luz promovia uma reação de isomerização, que converteu a forma trans na forma cis do polímero, tendo como a alternativa correta a letra “B”.

Figura 7 - Questão 131, ENEM 2018.

QUESTÃO 131

Pesquisas demonstram que nanodispositivos baseados em movimentos de dimensões atômicas, induzidos por luz, poderão ter aplicações em tecnologias futuras, substituindo micromotores, sem a necessidade de componentes mecânicos. Exemplo de movimento molecular induzido pela luz pode ser observado pela flexão de uma lâmina delgada de silício, ligada a um polímero de azobenzeno e a um material suporte, em dois comprimentos de onda, conforme ilustrado na figura. Com a aplicação de luz ocorrem reações reversíveis da cadeia do polímero, que promovem o movimento observado.



TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, maio 2005 (adaptado).

O fenômeno de movimento molecular, promovido pela incidência de luz, decorre do(a)

- Ⓐ movimento vibracional dos átomos, que leva ao encurtamento e à relaxação das ligações.
- Ⓑ isomerização das ligações N=N, sendo a forma cis do polímero mais compacta que a trans.
- Ⓒ tautomerização das unidades monoméricas do polímero, que leva a um composto mais compacto.
- Ⓓ ressonância entre os elétrons π do grupo azo e os do anel aromático que encurta as ligações duplas.
- Ⓔ variação conformacional das ligações N=N, que resulta em estruturas com diferentes áreas de superfície.

Fonte: Brasil (2018).

As questões sobre reações orgânicas abordaram as reações de substituição e adição, e foram aplicadas nas provas do ENEM de 2012, 2017 e 2018, o número das questões foram 64, 128 e 119, respectivamente. Para resolução de cada um dos problemas, fez-se necessário conhecer a natureza das reações de substituição e adição, assim como, um entendimento que permitisse ao aluno visualizar a diferença entre os dois processos e chegar ao intermediário e aos produtos corretos.

Na questão 64 do ENEM 2012, (figura 8) foi apresentado um gráfico da cinética de duas reações com um intermediário em comum (carbocátion), que foi formado a partir do ataque de um par de elétrons pi do anel aromático a um átomo de bromo do Br_2 . Em seguida esse intermediário pode dar origem a um produto de adição ou eliminação. No produto de adição, o Br^- produzido no meio reacional, após a captura do primeiro átomo de bromo na forma de Br^+ , ataca o carbono do carbono do carbocátion. Já em relação ao produto de substituição, este seria formado após um ataque do Br^- liberado no meio reacional ao hidrogênio do intermediário, que está ligado ao mesmo carbono que o bromo. A alternativa correta para a questão é a letra “A”.

Figura 8 - Questão 64 ENEM 2012.

QUESTÃO 64

O benzeno é um hidrocarboneto aromático presente no petróleo, no carvão e em condensados de gás natural. Seus metabólitos são altamente tóxicos e se depositam na medula óssea e nos tecidos gordurosos. O limite de exposição pode causar anemia, câncer (leucemia) e distúrbios do comportamento. Em termos de reatividade química, quando um eletrófilo se liga ao benzeno, ocorre a formação de um intermediário, o carbocátion. Por fim, ocorre a adição ou substituição eletrofilica.

Disponível em: www.sindipetro.org.br. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Disponível em: www.qmc.ufsc.br. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Com base no texto e no gráfico do progresso da reação apresentada, as estruturas químicas encontradas em I, II e III são, respectivamente:

A

B


C

D

E

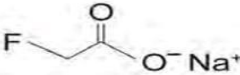
Quanto aos conteúdos de acidez e basicidade, apenas uma questão apresentava a discussão deste assunto, sendo esta a questão 73 (figura 10), do Enem 2010. Nela foi apresentado um sal orgânico, o monofluoroacetato de sódio, e o ácido carboxílico que utilizou para obter o referido sal. Como o produto é um sal orgânico, a sua obtenção tem que ser promovida a partir de uma reação entre um ácido orgânico e uma base, que é uma reação de neutralização. A única alternativa que apresenta uma reação de neutralização é a “D”, que também informa qual a base utilizada para a obtenção do monofluoroacetato de sódio, como mostra a figura abaixo.

Figura 10 - questão 73 ENEM 2010.



Questão 73

No ano de 2004, diversas mortes de animais por envenenamento no zoológico de São Paulo foram evidenciadas. Estudos técnicos apontam suspeita de intoxicação por monofluoroacetato de sódio, conhecido como composto 1080 e ilegalmente comercializado como raticida. O monofluoroacetato de sódio é um derivado do ácido monofluoroacético e age no organismo dos mamíferos bloqueando o ciclo de Krebs, que pode levar à parada da respiração celular oxidativa e ao acúmulo de amônia na circulação.



monofluoroacetato de sódio.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 05 ago. 2010 (adaptado).

O monofluoroacetato de sódio pode ser obtido pela

A desidratação do ácido monofluoroacético, com liberação de água.

B hidrólise do ácido monofluoroacético, sem formação de água.

C perda de íons hidroxila do ácido monofluoroacético, com liberação de hidróxido de sódio.

D neutralização do ácido monofluoroacético usando hidróxido de sódio, com liberação de água.

E substituição dos íons hidrogênio por sódio na estrutura do ácido monofluoroacético, sem formação de água.

Fonte: Brasil (2010).

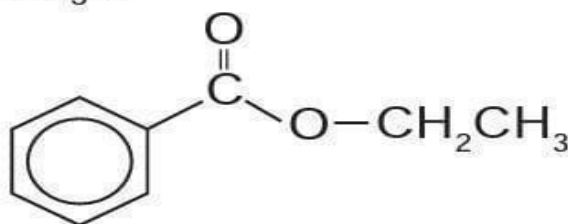
A abordagem dos conteúdos envolvendo reações de oxirredução, desidratação e esterificação, ocorreram nos anos de 2012, 2015 e 2019, no que se deu nas distribuições das questões de número 73 (2012), 86 (2015) e 124 (2019). Estas questões exigiram do aluno

reconhecimento das estruturas das fórmulas, os tipos de reações químicas presentes nos compostos demonstrados, como é observado na questão 73, Enem (2012) figura 11.

Figura 11 - Questão 73 ENEM 2012.

QUESTÃO 73

A própolis é um produto natural conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Esse material contém mais de 200 compostos identificados até o momento. Dentre eles, alguns são de estrutura simples, como é o caso do $C_6H_5CO_2CH_2CH_3$, cuja estrutura está mostrada a seguir.



O ácido carboxílico e o álcool capazes de produzir o éster em apreço por meio da reação de esterificação são, respectivamente,

- A ácido benzoico e etanol.
- B ácido propanoico e hexanol.
- C ácido fenilacético e metanol.
- D ácido propiônico e cicloexanol.
- E ácido acético e álcool benzílico.

Fonte: Brasil (2012).

Para a resolução dessas questões, os alunos deveriam ter o conhecimento de reações orgânicas e saber identificar os reagentes necessários para a obtenção dos produtos gerados, além de identificar as funções orgânicas nesses compostos. Assim sendo, a resolução dessas questões envolvia apenas a identificação da função orgânica presente nos produtos e sua nomenclatura.

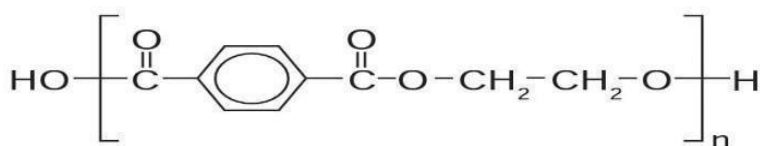
Para os conteúdos de polímeros, as questões que envolveram esse assunto ocorreram nos anos de 2013 e 2020, identificados nas questões 57 e 68 (2013) e 100 (2020), para as resoluções das questões envolvendo polímeros, exigia do aluno o conhecimento sobre as reações de polimerização a partir de monômeros, assim como, sobre a decomposição desses polímeros e os produtos resultantes. Para tais questões, também foram necessários conhecimentos básicos sobre alguns métodos de obtenção de polímeros de adição, polímeros de condensação e polímeros de rearranjo. Na questão 57 de 2013 (figura 12), por exemplo, que envolve a decomposição do politereftalato de etileno (PET), além do conhecimento sobre polímeros o aluno deveria conhecer os princípios de solubilização, combustão, trituração,

hidrólise e fusão.

Figura 12 - Questão 57 ENEM 2013.

QUESTAO 57

O uso de embalagens plásticas descartáveis vem crescendo em todo o mundo, juntamente com o problema ambiental gerado por seu descarte inapropriado. O politereftalato de etileno (PET), cuja estrutura é mostrada, tem sido muito utilizado na indústria de refrigerantes e pode ser reciclado e reutilizado. Uma das opções possíveis envolve a produção de matérias-primas, como o etilenoglicol (1,2-etanodiol), a partir de objetos compostos de PET pós-consumo.



Disponível em: www.abipet.org.br. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Com base nas informações do texto, uma alternativa para a obtenção de etilenoglicol a partir do PET é a

- A solubilização dos objetos.
- B combustão dos objetos.
- C trituração dos objetos.
- D hidrólise dos objetos.
- E fusão dos objetos.

Fonte: Brasil (2013).

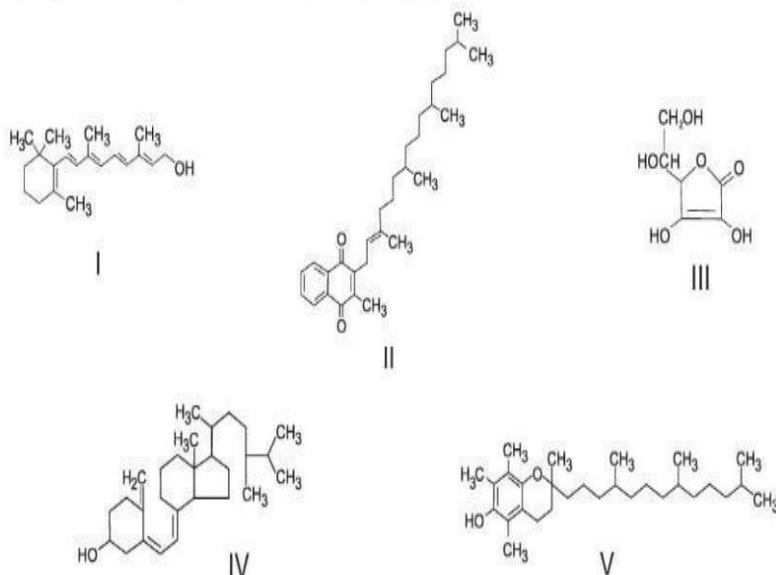
Na referida questão a alternativa correta foi a letra “D”, visto que, foi informado na questão que o produto obtido da decomposição do PET deveria ser o etileno glicol (1,2-etanodiol). Ao analisar cada uma das alternativas, o aluno deveria ser capaz de compreender que somente alterariam a composição do processo um fenômeno químico, ou seja, só poderiam ser a alternativa “B” e a “D”. Como se trata de uma reação de combustão, a alternativa “B”, só leva à produção de CO_2 e H_2O . Por outro lado, a hidrólise proverá uma cisão entre o oxigênio e a carbonila do éster no PET. A parte do polímero que ficou com a carbonila se ligará à hidroxilada água (HO^-), produzindo um ácido carboxílico. A outra parte do polímero que ficou com o oxigênio, forma uma ligação com o hidrogênio da água (H^+), dando origem ao etilenoglicol.

Os conteúdos de compostos presentes nos seres vivos, ocorreram na aplicação das provas do ENEM, nos anos de 2009, 2011, 2012, 2014 e 2020, sendo identificadas as questões 12 (2019), 69 (2011), 85 (2012), 71 (2014) e 102 (2020). A questão 85 (Figura 13), apresenta compostos orgânicos derivados ou presentes nos seres vivos e suas composições estruturais, assim como a identificação de funções orgânicas presentes e suas aplicações dentro do organismo humano.

Figura 13 - Questão 85 ENEM 2012.

QUESTÃO 85

O armazenamento de certas vitaminas no organismo apresenta grande dependência de sua solubilidade. Por exemplo, vitaminas hidrossolúveis devem ser incluídas na dieta diária, enquanto vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes para evitar doenças causadas pela sua carência. A seguir são apresentadas as estruturas químicas de cinco vitaminas necessárias ao organismo.



Dentre as vitaminas apresentadas na figura, aquela que necessita de maior suplementação diária é

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

Fonte: Brasil (2012).

Para esta resolução, exige que se tenha o conhecimento da composição química dos compostos apresentados tendo como base, encontrar a reatividade desses compostos apresentados, decifrando as polaridades das moléculas e suas características ácido base. Para tanto, todas as questões desse conteúdo, se mostram relativamente fáceis, visto que as perguntas são objetivas e claras do que se pede no texto introdutório das questões.

Os conteúdos relacionados ao assunto de química orgânica e o meio ambiente, ocorreram nas aplicações das provas do ENEM nos anos de 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2016, 2018 e 2020, sendo identificadas pelos números das questões 43,(2009), 50 e 89 (2011), 57 (2012), 72 (2013), 86 e 47 (2014), 51 e 87 (2016), 97 e 124 , (2020) assim como a questão 98, figura 14, ENEM (2018), que apresenta no texto introdutório, fórmulas e conceito em todas as questões, como mostra a figura abaixo:

Figura 14 - Questão 98, ENEM 2018.

QUESTÃO 98

O petróleo é uma fonte de energia de baixo custo e de larga utilização como matéria-prima para uma grande variedade de produtos. É um óleo formado de várias substâncias de origem orgânica, em sua maioria hidrocarbonetos de diferentes massas molares. São utilizadas técnicas de separação para obtenção dos componentes comercializáveis do petróleo. Além disso, para aumentar a quantidade de frações comercializáveis, otimizando o produto de origem fóssil, utiliza-se o processo de craqueamento.

O que ocorre nesse processo?

- A** Transformação das frações do petróleo em outras moléculas menores.
- B** Reação de óxido-redução com transferência de elétrons entre as moléculas.
- C** Solubilização das frações do petróleo com a utilização de diferentes solventes.
- D** Decantação das moléculas com diferentes massas molares pelo uso de centrífugas.
- E** Separação dos diferentes componentes do petróleo em função de suas temperaturas de ebulição.

Fonte: Brasil (2018).

Para a resolução dessas questões, exigiu do aluno o conhecimento a respeito das definições de processos envolvendo a matéria orgânica e seus impactos ou benefícios ao meio ambiente, nesse sentido, as questões apresentadas, evidenciaram a emissão de gás orgânico para a atmosfera bem como a química de matéria orgânica. Nem sempre os textos introdutórios das questões de química orgânica serão inteiramente orgânicos, como é observado na figura abaixo:

Figura 15 - Questão 50 ENEM 2011.

QUESTÃO 50

Um dos problemas dos combustíveis que contêm carbono é que sua queima produz dióxido de carbono. Portanto, uma característica importante, ao se escolher um combustível, é analisar seu calor de combustão (ΔH_c°), definido como a energia liberada na queima completa de um mol de combustível no estado padrão. O quadro seguinte relaciona algumas substâncias que contêm carbono e seu ΔH_c° .

Substância	Fórmula	ΔH_c° (kJ/mol)
benzeno	C_6H_6 (l)	-3 268
etanol	C_2H_5OH (l)	-1 368
glicose	$C_6H_{12}O_6$ (s)	-2 808
metano	CH_4 (g)	-890
octano	C_8H_{18} (l)	-5 471

ATKINS, P. *Princípios de Química*. Bookman, 2007 (adaptado).

Neste contexto, qual dos combustíveis, quando queimado completamente, libera mais dióxido de carbono no ambiente pela mesma quantidade de energia produzida?

- A Benzeno.
- B Metano.
- C Glicose.
- D Octano.
- E Etanol.

Fonte: Brasil (2011).

Nessa questão, observa-se que para sua resolução é necessário além da análise orgânica dos compostos apresentados, deve-se levar em consideração a parte físico-química dos componentes sendo necessário fazer o comparativo do calor de combustão com o número de mols de CO_2 liberado na atmosfera, o que dificulta o raciocínio dos alunos pois analisaria somente o gráfico fazendo o comparativo em relação ao calor de combustão apresentado na tabela. Porém na questão 89, ENEM (2011) figura 16, o simples entendimento do processo de emissão do gás metano pelos ruminantes levaria fácil a identificação das respostas dentro do texto apresentado, como mostra a figura 16:

Figura 16 - Questão 89 ENEM 2011



De acordo com o relatório "A grande sombra da pecuária" (*Livestock's Long Shadow*), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: www.conpet.gov.br. Acesso em: 22 jun. 2010.

A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

- A metano durante o processo de digestão.
- B óxido nitroso durante o processo de ruminação.
- C clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- D óxido nitroso durante o processo respiratório.
- E dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

Fonte: Brasil (2011).

Essas foram as questões abordadas e apresentadas na aplicação das provas do ENEM, 2009-2020, podendo observar que suas elaborações são pensadas para que os estudos feitos durante o ensino médio sejam de fato explorados, levando os alunos a utilizarem suas habilidades e competências, assim como a leitura e interpretação textual são sempre presentes nas provas.

Ademais, o ensino da química orgânica em sua totalidade se constitui como uma área formada sobre o campo que atua e pesquisa para que seu conhecimento seja repassado de forma assertiva, evidenciando dentre seus propósitos a formação integral dos sujeitos como eixo de desenvolvimento. O ENEM elabora suas questões buscando explorar no aluno o máximo possível das suas competências e habilidades, respectivamente no que diz respeito aos conteúdos de química, mas que habilidade de leitura e interpretação são fundamentais para se alcançar um bom resultado nas respostas.

Para Ferreira; Del Pino (2009) a química orgânica, por ser a “última” química assistida no ensino médio, necessita de ampla compreensão dos demais conceitos que a antecedem, porém, devido à falta de assimilação de alguns dos conceitos por parte dos professores ou dos alunos, há uma dificuldade para com o entendimento dos conteúdos de química orgânica.

Durante a análise das questões feita acima, pode-se então destacar, logo em primeira linha, a importância da leitura e interpretação, pois foi observado que as questões são mais elaboradas com textos bases ou textos introdutórios, o que pode ser um ponto chave para a resolução das questões. Nisso, é importante salientar que a prática de leitura no que diz respeito ao ensino da química orgânica, é importante para as resoluções das provas do ENEM, pois os níveis de apropriação da linguagem científica fazem a diferença na assimilação do problema. Para Freitas e Quadros (2014) em relação aos que tem esse domínio, afirmam que:

[...] aprender ciências implica aprender ou se apropriar da linguagem dessa ciência. Para isso os estudantes precisam perceber a relação entre a explicação que possuem para um determinado fenômeno com a explicação científica e optar pela que lhes parecer mais adequada à explicação (FREITAS; QUADROS, 2014, p.101).

Um ponto importante descoberto durante a análise, foi as fórmulas moleculares e suas ligações, que são insubstituível no estudo de química orgânica, e devido a isso, é importante frisar sobre como ensino da química orgânica deve ser revisto, já que nas resoluções das provas do ENEM, as resoluções exigiam dos alunos o conhecimento sobre isso. Nesse contexto, é válido evidenciar a prática da resolução de exercícios em química ainda em sala de aula visto que, os alunos estão sendo preparados para as provas do ENEM, é uma relevante alternativa para socializar essa preparação, são as resoluções de questões de provas anteriores.

Para Eichler (2007), algumas ações têm buscado, e devem continuar buscando estruturar

as bases metodológicas e curriculares do nosso sistema educacional, de modo a auxiliar a realização de uma melhoria do ensino nas escolas. O ensino de química faz compreender a vida e o mundo, assim é necessário que haja a interação entre alunos e professores.

Para tanto, o domínio sobre conceito dos conteúdos de química orgânica também pode ser evidenciado importante na resolução das questões, pois na elaboração das provas, o conhecimento sobre conceito dos compostos se fez presente em quase todas as questões de química orgânica.

Com relação as dificuldades que os alunos tem com a leitura e a linguagem técnica das questões, como foi explorada na questão 131, ENEM (2017) figura 6, na qual foi utilizado a leitura dos compostos licopeno, as comparações de reações químicas e identificações dos produtos das reações, também mostrada na questão 73, ENEM (2010) figura 10. As questões que envolveram a fórmula estrutural química dos elementos, apresentavam o desenho das estruturas, que de certa forma ajudava o aluno na resolução. Segundo Machado (1995, p.28), o preparo para a comunicação através da linguagem científica é imprescindível e contribui para a desmistificação da ciência. No caso da Química, a desmistificação de sua linguagem ajuda a aproximar do universo imediato do aluno o seu saber especializado.

Segundo Both (2007) em relação a essas dificuldades à nomenclatura está no fato de que existe uma confusão entre nomenclatura sistemática, a nomenclatura de classe funcional a nomenclatura popular. Outra questão é a memorização de elementos ou tabelas, que são adotadas são vistas muitas vezes pelos discentes como algo a memorizar simplesmente por memorizar tornando o estudo do conteúdo desestimulante e cansativo; uma vez que estas tabelas devem ser vistas como um material de consulta para facilitar a assimilação dos prefixos mais comuns, a fim de tornar o processo de aprendizagem, motivador e dinâmico.

Nas questões apresentadas percebeu-se algumas dificuldades na resolução, como se destaca nas questões que envolveram apenas conceito e identificação dos produtos, como mostrado na questão 73, ENEM (2012) sobre oxirredução e 89, ENEM (2011) sobre química orgânica e meio ambiente, nessas, a exigência maior das resoluções se direcionava ao domínio de conhecimento sobre o conceito de reações orgânicas e identificação de um produto, além da interpretação das informações dadas nos textos base.

Segundo os PCN's, especificadamente o de Química, assegura que na competência geral de representação e comunicação, ao trabalhar os símbolos, os códigos e nomenclaturas da ciência e tecnologia, a área prevê a habilidade de "reconhecer e utilizar adequadamente, na forma oral e escrita, símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica" (BRASIL, 2002, p.27). Neste sentido, o educando deve ter a competência de entender o conhecimento

repassado em sala de aula, no que se refere as questões de química orgânica, este deve saber interpretar e representar compostos químicos através de fórmulas e nomenclaturas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a conclusão desse estudo, verificou-se que a interpretação, memorização e compreensão das fórmulas é bastante significativa para a resolução das questões, pois é compreendendo as fórmulas que se entende como as ligações químicas são quebradas e formadas nas reações e de quais elementos um determinado composto orgânico é formado e como sua estrutura é formada. Para possibilidade de acertos, o aluno deve ter aprendido a interpretar e compreender as fórmulas e estar bem preparado para chegar na resolução correta. Identificou-se que, as questões cobradas no Enem 2009-2020, relacionaram-se aos conteúdos de introdução a química orgânica, principais classes do carbono, ligações intermoleculares na química orgânica, reação de substituição e adição, noções de acidez e basicidade em compostos orgânicos, oxirredução, desidratação e esterificação, polímeros sintéticos, compostos presentes em seres vivos e química orgânica e o meio ambiente.

Constatou-se, que as questões mais abordadas foram sobre introdução a química dos compostos do carbono e química orgânica no meio ambiente que representam 21,15% e 23,07% do total das questões respectivamente, enquanto que noções de acidez e basicidade em compostos orgânicos que foram as menos cobradas, deste quantitativo com apenas 1,92% das questões aplicadas no ENEM no período analisado.

Para tanto foram analisadas 52 questões, as quais apresentavam fáceis e difíceis interpretações para a resolução. As questões difíceis, foram as que tinham contextualização longa no comando da questão, com linguagem técnica, que dificultavam a compreensão do educando dentro das interrogativas e exigiam uma análise e interpretação mais trabalhosa, como saber identificar e formular estruturas químicas dos elementos ou produtos orgânicos, assim como identificar uma estrutura orgânica em composto constituídos por mais de uma substâncias, conhecer a fórmula estrutural condensada linear e ainda a classificação de carbonos em uma cadeia carbônica, visto que, para identificar a localização dos carbonos quaternários, existe uma dificuldade maior neste caso, é a familiaridade com a fórmula utilizada, pois nela os carbonos não ficam visíveis diretamente e podem gerar confusão na identificação e na distinção do que é carbono e o que é hidrogênio. As questões fáceis, tinham no comando das questões textos curtos, com perguntas mais diretas e exigiam pouca interpretação.

Certificou-se que para melhorar o entendimento das questões principalmente as mais complexas, faz-se necessário criar novas metodologias nas práticas docente no ensino de química e novas técnicas, como: estudar as provas de questões de exames anteriores, praticar exercícios com os conteúdos mais cobrados, na expectativa de ampliar e viabilizar o conhecimento do

educando, de forma que estes possam desenvolver um olhar analítico interdisciplinar para identificar palavras chaves a respeito do que trata cada questão a ser resolvida, visto que as questões de química exigem afinidade com esta disciplina, assim como entrelaçar conhecimento com outras disciplinas que se associam a ela , e isso pode ser um grande passo para um bom desempenho no ENEM.

Conclui-se que há necessidade de um plano de estudo destinado exclusivamente para preparar o aluno para o ENEM, tendo como base, uma abordagem dos conteúdos de química de forma interdisciplinar e contextualizada, relacionando as vivências de sala de aula com o dia a dia dos alunos, visando bons resultados de forma que possa sanar a dificuldade do educando diante da complexidade das questões do ENEM, e possa ter mais afinidade e entendimento com a disciplina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIQUIM. **Trabalho decente e crescimento econômico**. [S. l.: s. n.], 2020. Disponível em: <https://Abiquim.ods.org.br/trabalho-decente-e-crescimento>. Acesso em: 15 de Jan de 2022.

AFONSO, Almerindo Janela. **Avaliação educacional: regulação e emancipação para uma sociologia das políticas avaliativas contemporâneas**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2005.

AGÊNCIA Brasil, Estudantes erram mais em Química, Física, Matemática no Enem. **Guia do estudante**. Brasília, 2016, Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/enem/estudantes-erram-mais-em-quimica-fisica-e-matematica-no-enem/2016>. Acesso em: 31. jun. 2023.

BALAGUEZ, Renata Azevedo. **A importância dos conteúdos de química orgânica no ensino médio**. Trabalho de Conclusão de Curso. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2018.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BOTH, L. **A Química Orgânica no Ensino Médio: na sala de aula e nos livros didáticos**. 2007.150f. Dissertação (Mestrado). Cuiabá: Universidade Federal do Mato Grosso.

BRUICE, Paula Yurkanis. **Fundamentos da química orgânica**, tradução Ana Julia Perotti Garcia; revisão técnica Gisele Freitas- 2. ed. São Paulo: Pearson Educacion do Brasil, 2014

BRASIL. Ministério da Educação. **Matriz de referência do Enem 2009**. Ministério da educação, Brasília, 2009. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br>. Acesso em: 15 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. Portaria MEC nº 109, de 27 de maio de 2009. **Estabelece a sistemática para a realização do Exame Nacional do Ensino Médio no exercício de 2009**. Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao-basica/legilacao/2009/portaria-enem-2009-1.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. Portaria MEC nº 438, de 28 de maio de 1998. **Institui o Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM**. Disponível em: http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/diretrizes_p0178-0181_c.pdf. Acesso em: 15 fev.2020.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria da Educação. **PCN + Ensino Médio: Orientações complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**, Brasília: 2002.

CARNEIRO Sá de Sergio Manuel. **Introdução a Química Orgânica**. [S. l.: s. n.], 2010. Disponível em: <http://educa.fc.up.pt/ficheiros/noticias/70/documentos/107>. acesso em 10 de maio 2022

EICHLER, M. L. **A construção de noções fundamentais à química**. [S. l.: s. n.], 2007. Disponível em: <http://www.eq.ufrgs.br/projetos.htm>. Acesso em 20 de jun. de 2022.

FAZENDA, Ivani. C. A. **Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa.** Campinas: Papirus 11. Ed. 2002.

FERREIRA, M; DEL PINO, J.C. Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio: uma proposta curricular. **Acta Scientiae**, v.11, n.1, jan./jun. 2009.

FREITAS, M. L; QUADROS, A. L. A Prática da Leitura no Ensino de Química: como os estudantes explicam um fenômeno ambiental. In: Encontro Nacional de Ensino de Química. Actio, Curitiba, v. 3, n. 2, p. 98-115, mai./ago. 2018. (ENEQ), 17, p.101, 2014, **Anais... Ouro Preto – MG, 2014.**

GIL, Antônio Carlos **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

INEP. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira:** Enem histórico. Brasília, 2019. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/enem/historico>. Acesso: 19 fev. 2022.

JOHNSTONE, A. H. New Stars for the Teacher to Steer By. **Journal of Chemical Education**, v.61, n.10, p.847-849, 1984.

LIVRAMENTO, C.C. P; SOUZA, F. K; SILVA, B. R. Enem: Dificuldades e Abordagens no Ensino de Química. Congresso Nacional de educação. **Anais**, Campina Grande, 2018. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/47225>. Acesso em: 15 ago.2023

LOPES, A. C. Discursos nas políticas de currículo. **Currículo sem fronteiras**, v.6, p.35-52, 2006.

MACHADO, A. H ; MOURA, A. L. A. Concepções sobre o papel da linguagem no processo de elaboração conceitual em Química. In: **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 27- 30,1995.

MARCONI, Marina de Andrade. LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da Metodologia.** 8. ed. São Paulo: Atlas 2017.

NOVAIS, Vera L. D. **Química.** v. 1. São Paulo: Atual, 1999.

OLIVEIRA, L. N; BARBOSA, R. C. A. Ensino de Química: Afinidade, Importância e Dificuldades dos Estudantes no Ensino Médio. In: **Anais do IV congresso nacional de ensino e pesquisa em ciencias.** Disponível em: <http://Anais.Campina Grande: conapesc/2019>. Acesso.19 julho 2023.

PERUZZO, Francisco Miragaia; CANTO, Eduardo Leite de. **Química na abordagem do cotidiano.** 4. ed. São Paulo, 2006).

PIUNTI, Juliana Cristina Perlotti. **O Exame Nacional do Ensino Médio:** uma política reconstruída por professores de uma escola pública paulista. Tese de doutorado. Universidade Federal de São Carlos -FSCar, São Carlos, 2015.

POZO, J. I; GÓMEZ, M. A. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências:** do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]:** métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RICHARDSON, Roberto Jarry, **Pesquisa social:** métodos e técnicas de pesquisa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

RUSSELL, J.B. **Química Geral.** 2. ed. São Paulo, 1994.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico.** 22. ed. São Paulo: cortez, 2003.

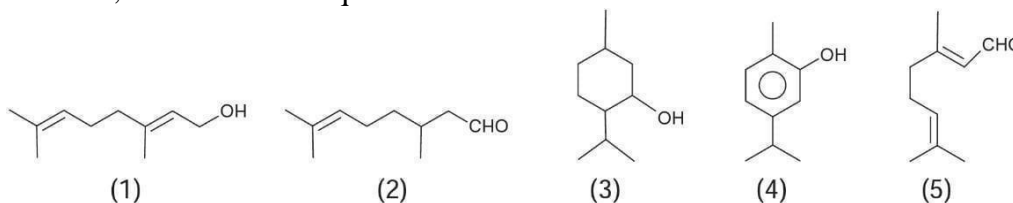
SOLOMONS, T. W; FRYHLE, Craig. B. **Química orgânica.** Rio de Janeiro. LTC, 2005.

APÊNDICE

APÊNDICE A - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2020

Questão 94

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?

- 1v
- 2
- 3
- 4
- 5

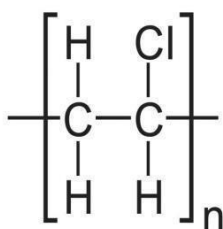
Questão 97

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

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

Questão 100

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 (Na_2CO_3), liberou gás carbônico.

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

- H_2
- Cl_2
- CO
- CO_2
- HCl

Questão 102

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?

- Trituração.
- Cozimento.
- Prensagem.
- Extração.
- Destilação.

Questão 124

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:

- Reagem com a água do mar e sofrem degradação, gerando compostos com elevada toxicidade.
- Acidificam o meio, promovendo o desgaste das conchas calcárias de moluscos e morte de corais.
- 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.

APÊNDICE B- QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2019

Questão 112

Os hidrocarbonetos são moléculas orgânicas com uma série de aplicações industriais. Por exemplo, eles estão presentes em grande quantidade nas diversas frações do petróleo e normalmente são separados por destilação fracionada, com base em suas temperaturas de ebulição. O quadro apresenta as principais frações obtidas na destilação do petróleo em diferentes faixas de temperaturas.

Fração	Faixa de temperatura (°C)	Exemplos de produto(s)	Número de átomos de carbono (hidrocarboneto de fórmula geral C_nH_{2n+2})
1	Até 20	Gás natural e gás de cozinha (GLP)	C_1 a C_4
2	30 a 180	Gasolina	C_6 a C_{12}
3	170 a 290	Querosene	C_{11} a C_{16}
4	260 a 350	Óleo diesel	C_{14} a C_{18}

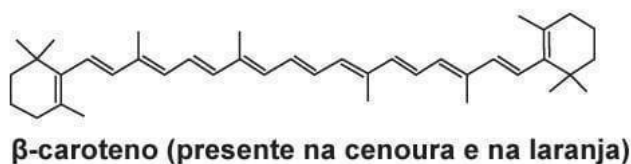
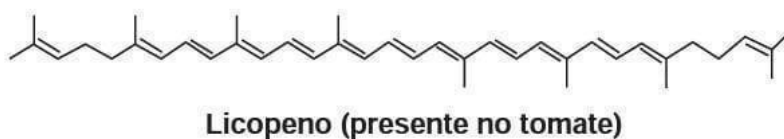
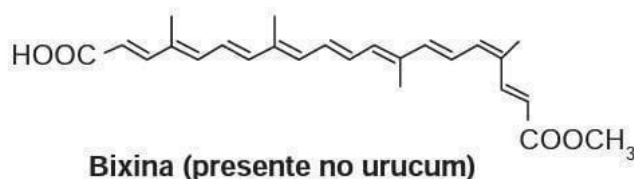
SANTA MARIA, L. C. et al. Petróleo: um tema para o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 15, maio 2002 (adaptado).

Na fração 4, a separação dos compostos ocorre em temperaturas mais elevadas porque

- Suas densidades são maiores.
- O número de ramificações é maior.
- Sua solubilidade no petróleo é maior.
- As forças intermoleculares são mais intensas.
- A cadeia carbônica é mais difícil de ser quebrada.

Questão 120

A utilização de corantes na indústria de alimentos é bastante difundida e a escolha por corantes naturais vem sendo mais explorada por diversas razões. A seguir são mostradas três estruturas de corantes naturais.



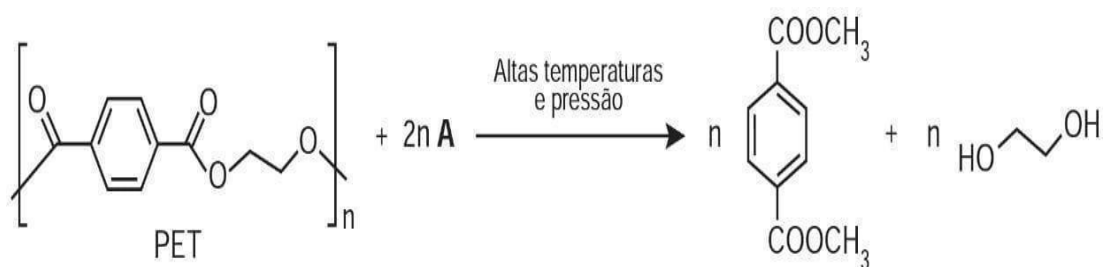
HAMERSKI, L.; REZENDE, M. J. C.; SILVA, B. V. Usando as cores da natureza para atender aos desejos do consumidor: substâncias naturais como corantes na indústria alimentícia. *Revista Virtual de Química*, n. 3, 2013.

Propriedade comum às estruturas que confere cor a esses compostos é a presença de

- cadeia conjugada.
- cadeia ramificada.
- Átomos de carbonos terciários.
- ligações duplas de configuração cis.
- Átomos de carbonos de hibridação sp^3

Questão 124

Uma das técnicas de reciclagem química do polímero PET [poli(tereftalato de etileno)] gera o tereftalato de metila e o etanodiol, conforme o esquema de reação, e ocorre por meio de uma reação de transesterificação.



O composto A, representado no esquema de reação, é o

- metano.
- metanol.
- éter metílico.
- ácido etanoico.
- anidrido etanoico.

APÊNDICE C- QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2018

QUESTÃO 91

As abelhas utilizam a sinalização química para distinguir a abelha-rainha de uma operária, sendo capazes de reconhecer diferenças entre moléculas. A rainha produz o sinalizador químico conhecido como ácido 9-hidroxic-2-enoico, enquanto as abelhas-operárias produzem ácido 10-hidroxic-2-enoico. Nós podemos distinguir as abelhas-operárias e rainhas por sua aparência, mas, entre si, elas usam essa sinalização química para perceber a diferença. Pode-se dizer que veem por meio da química.

LE COUTEUR, P.; BURRESON, J. *Os botões de Napoleão*: as 17 moléculas que mudaram a história. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006 (adaptado).

As moléculas dos sinalizadores químicos produzidas pelas abelhas rainha e operária possuem diferença na

- A** fórmula estrutural.
- B** fórmula molecular.
- C** identificação dos tipos de ligação.
- D** contagem do número de carbonos.
- E** identificação dos grupos funcionais.

QUESTÃO 98

O petróleo é uma fonte de energia de baixo custo e de larga utilização como matéria-prima para uma grande variedade de produtos. É um óleo formado de várias substâncias de origem orgânica, em sua maioria hidrocarbonetos de diferentes massas molares. São utilizadas técnicas de separação para obtenção dos componentes comercializáveis do petróleo. Além disso, para aumentar a quantidade de frações comercializáveis, otimizando o produto de origem fóssil, utiliza-se o processo de craqueamento.

O que ocorre nesse processo?

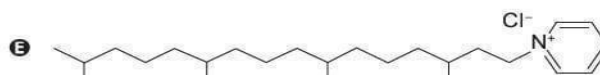
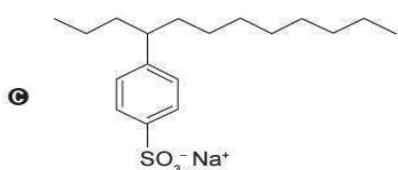
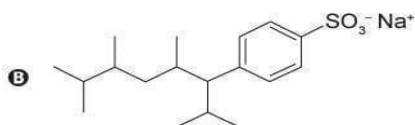
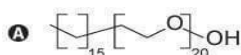
- A** Transformação das frações do petróleo em outras moléculas menores.
- B** Reação de óxido-redução com transferência de elétrons entre as moléculas.
- C** Solubilização das frações do petróleo com a utilização de diferentes solventes.
- D** Decantação das moléculas com diferentes massas molares pelo uso de centrífugas.
- E** Separação dos diferentes componentes do petróleo em função de suas temperaturas de ebulição.

QUESTAO 107

Tensoativos são compostos orgânicos que possuem comportamento anfifílico, isto é, possuem duas regiões, uma hidrofóbica e outra hidrofílica. O principal tensoativo aniônico sintético surgiu na década de 1940 e teve grande aceitação no mercado de detergentes em razão do melhor desempenho comparado ao do sabão. No entanto, o uso desse produto provocou grandes problemas ambientais, dentre eles a resistência à degradação biológica, por causa dos diversos carbonos terciários na cadeia que compõe a porção hidrofóbica desse tensoativo aniônico. As ramificações na cadeia dificultam sua degradação, levando à persistência no meio ambiente por longos períodos. Isso levou a sua substituição na maioria dos países por tensoativos biodegradáveis, ou seja, com cadeias alquílicas lineares.

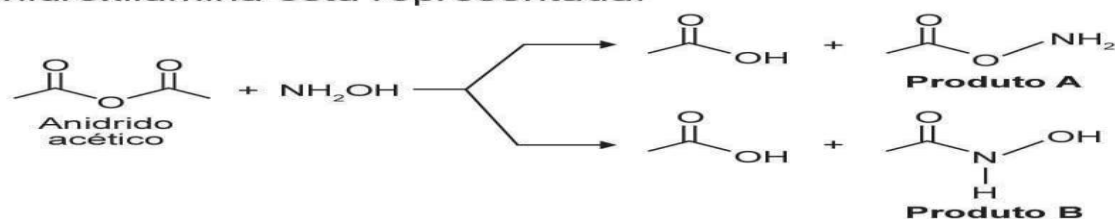
PENTEADO, J. C. P.; EL SEOUD, O. A.; CARVALHO, L. R. F. [...]: uma abordagem ambiental e analítica. *Química Nova*, n. 5, 2006 (adaptado).

Qual a fórmula estrutural do tensoativo persistente no ambiente mencionado no texto?

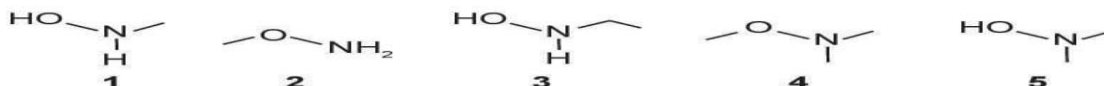


QUESTÃO 119

A hidroxilamina (NH_2OH) é extremamente reativa em reações de substituição nucleofílica, justificando sua utilização em diversos processos. A reação de substituição nucleofílica entre o anidrido acético e a hidroxilamina está representada.



O produto A é favorecido em relação ao B, por um fator de 10^5 . Em um estudo de possível substituição do uso de hidroxilamina, foram testadas as moléculas numeradas de 1 a 5.

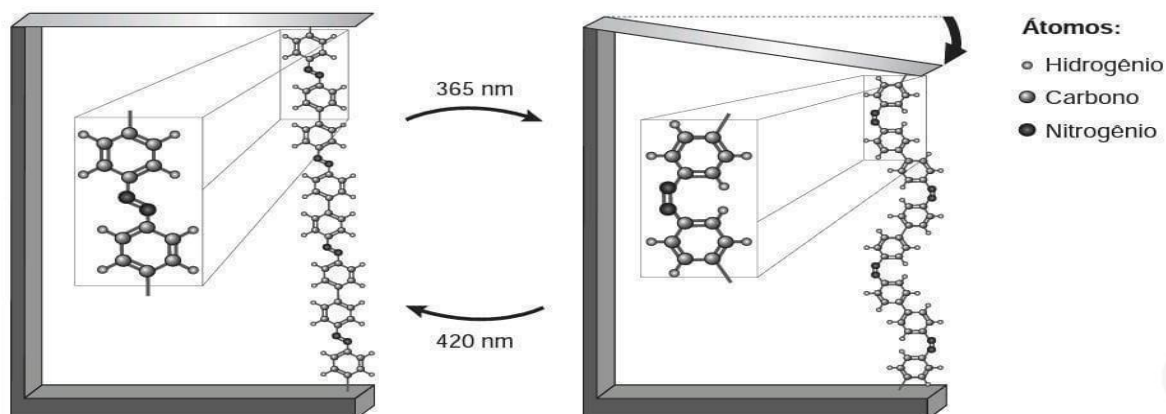


Dentre as moléculas testadas, qual delas apresentou menor reatividade?

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

QUESTÃO 131

Pesquisas demonstram que nanodispositivos baseados em movimentos de dimensões atômicas, induzidos por luz, poderão ter aplicações em tecnologias futuras, substituindo micromotores, sem a necessidade de componentes mecânicos. Exemplo de movimento molecular induzido pela luz pode ser observado pela flexão de uma lâmina delgada de silício, ligada a um polímero de azobenzeno e a um material suporte, em dois comprimentos de onda, conforme ilustrado na figura. Com a aplicação de luz ocorrem reações reversíveis da cadeia do polímero, que promovem o movimento observado.



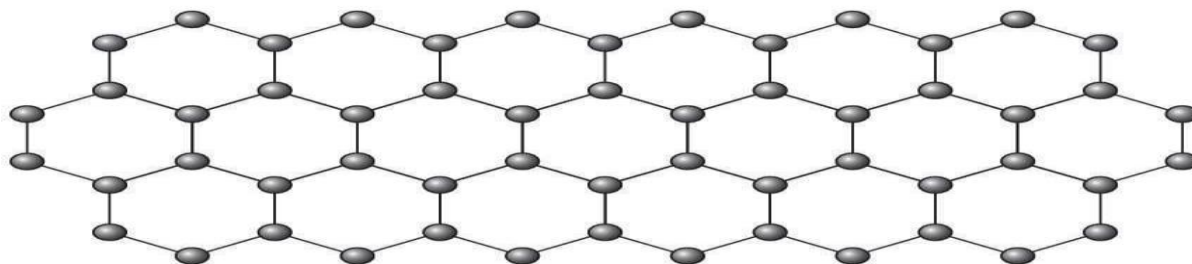
TOMA, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, maio 2005 (adaptado).

O fenômeno de movimento molecular, promovido pela incidência de luz, decorre do(a)

- A** movimento vibracional dos átomos, que leva ao encurtamento e à relaxação das ligações.
- B** isomerização das ligações N=N, sendo a forma cis do polímero mais compacta que a trans.
- C** tautomerização das unidades monoméricas do polímero, que leva a um composto mais compacto.
- D** ressonância entre os elétrons π do grupo azo e os do anel aromático que encurta as ligações duplas.
- E** variação conformacional das ligações N=N, que resulta em estruturas com diferentes áreas de superfície.

QUESTÃO 134

O grafeno é uma forma alotrópica do carbono constituído por uma folha planar (arranjo bidimensional) de átomos de carbono compactados e com a espessura de apenas um átomo. Sua estrutura é hexagonal, conforme a figura.



Nesse arranjo, os átomos de carbono possuem hibridação

- A** sp de geometria linear.
- B** sp^2 de geometria trigonal planar.
- C** sp^3 alternados com carbonos com hibridação sp de geometria linear.
- D** sp^3d de geometria planar.
- E** sp^3d^2 com geometria hexagonal planar.

APÊNDICE D - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2017

QUESTÃO 96

O biodiesel é um biocombustível obtido a partir de fontes renováveis, que surgiu como alternativa ao uso do diesel de petróleo para motores de combustão interna. Ele pode ser obtido pela reação entre triglicerídeos, presentes em óleos vegetais e gorduras animais, entre outros, e álcoois de baixa massa molar, como o metanol ou etanol, na presença de um catalisador, de acordo com a equação química:



A função química presente no produto que representa o biodiesel é

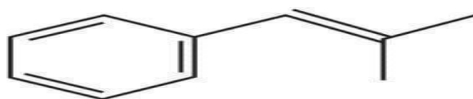
- A** éter.
- B** éster.
- C** álcool.
- D** cetona.
- E** ácido carboxílico.

QUESTÃO 128

A ozonólise, reação utilizada na indústria madeireira para a produção de papel, é também utilizada em escala de laboratório na síntese de aldeídos e cetonas. As duplas ligações dos alcenos são clivadas pela oxidação com o ozônio (O_3), em presença de água e zinco metálico, e a reação produz aldeídos e/ou cetonas, dependendo do grau de substituição da ligação dupla. Ligações duplas dissustituídas geram cetonas, enquanto as ligações duplas terminais ou monossustituídas dão origem a aldeídos, como mostra o esquema.



Considere a ozonólise do composto 1-fenil-2-metilprop-1-eno:



1-fenil-2-metilprop-1-eno

MARTINO, A. *Química, a ciência global*. Goiânia: Editora W, 2014 (adaptado).

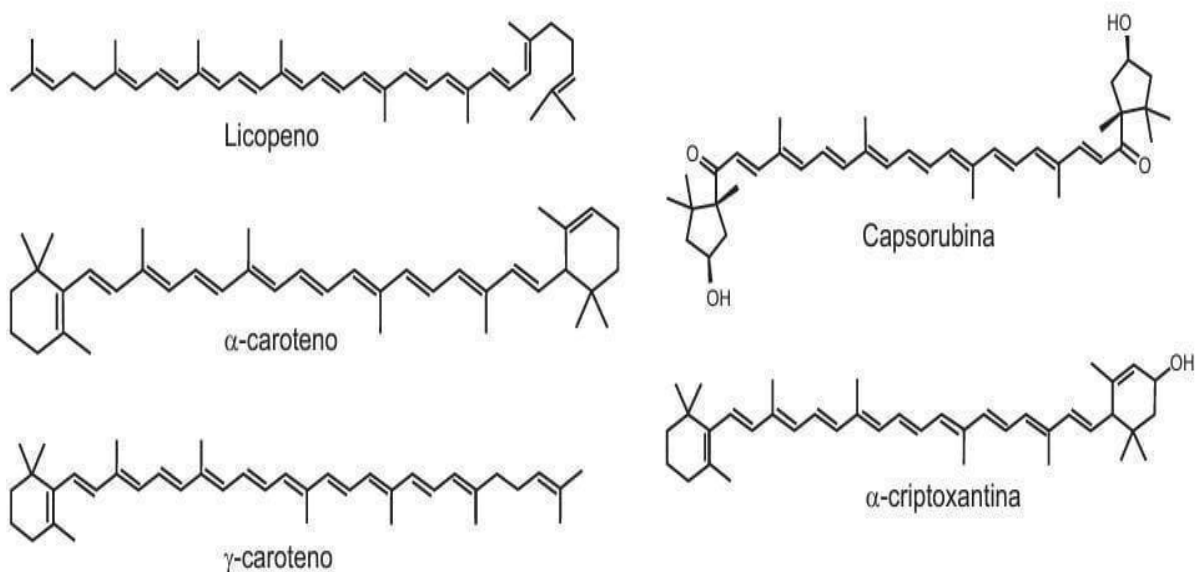
Quais são os produtos formados nessa reação?

- A** Benzaldeído e propanona.
- B** Propanal e benzaldeído.
- C** 2-fenil-etanal e metanal.
- D** Benzeno e propanona.
- E** Benzaldeído e etanal.

QUESTÃO 131

A cromatografia em papel é um método de separação que se baseia na migração diferencial dos componentes de uma mistura entre duas fases imiscíveis. Os componentes da amostra são separados entre a fase estacionária e a fase móvel em movimento no papel. A fase estacionária consiste de celulose praticamente pura, que pode absorver até 22% de água. É a água absorvida que funciona como fase estacionária líquida e que interage com a fase móvel, também líquida (partição líquido-líquido). Os componentes capazes de formar interações intermoleculares mais fortes com a fase estacionária migram mais lentamente.

Uma mistura de hexano com 5% (v/v) de acetona foi utilizada como fase móvel na separação dos componentes de um extrato vegetal obtido a partir de pimentões. Considere que esse extrato contém as substâncias representadas.



RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel. *Química Nova na Escola*, n. 29, ago. 2008 (adaptado).

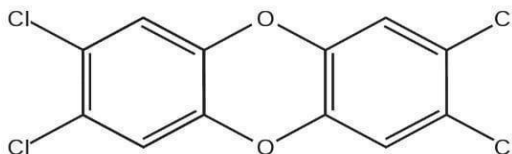
A substância presente na mistura que migra mais lentamente é o(a)

- A** licopeno.
- B** α -caroteno.
- C** γ -caroteno.
- D** capsorubina.
- E** α -criptoxantina.

APÊNDICE E - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2016

QUESTÃO 51

A crescente produção industrial lança ao ar diversas substâncias tóxicas que podem ser removidas pela passagem do ar contaminado em tanques para filtração por materiais porosos, ou para dissolução em água ou solventes orgânicos de baixa polaridade, ou para neutralização em soluções ácidas ou básicas. Um dos poluentes mais tóxicos liberados na atmosfera pela atividade industrial é a 2,3,7,8-tetraclorodioxina.



Esse poluente pode ser removido do ar pela passagem através de tanques contendo

- A** hexano.
- B** metanol.
- C** água destilada.
- D** ácido clorídrico aquoso.
- E** hidróxido de amônio aquoso.

QUESTÃO 63

Adicionar quantidades de álcool à gasolina, diferentes daquelas determinadas pela legislação, é uma das formas de adulterá-la. Um teste simples para aferir a quantidade de álcool presente na mistura consiste em adicionar uma solução salina aquosa à amostra de gasolina sob análise.

Essa metodologia de análise pode ser usada porque o(a)

- A** água da solução salina interage com a gasolina da mistura, formando duas fases, uma delas de álcool puro.
- B** álcool contido na gasolina interage com a solução salina, formando duas fases, uma delas de gasolina pura.
- C** gasolina da mistura sob análise interage com a

QUESTÃO 65

O quadro apresenta alguns exemplos de combustíveis empregados em residências, indústrias e meios de transporte.

Combustível	Temperatura de fusão (°C)	Temperatura de ebulição (°C)
Butano	-135	-0,5
Etanol	-112	78
Metano	-183	-162
Metanol	-98	65
Octano	-57	126

São combustíveis líquidos à temperatura ambiente de 25 °C:

- A** Butano, etanol e metano.
- B** Etanol, metanol e octano.
- C** Metano, metanol e octano.
- D** Metanol e metano.
- E** Octano e butano.

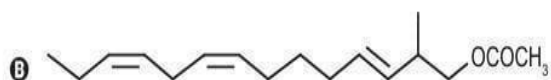
QUESTÃO 80

A busca por substâncias capazes de minimizar a ação do inseto que ataca as plantações de tomate no Brasil levou à síntese e ao emprego de um feromônio sexual com a seguinte fórmula estrutural:



Uma indústria agroquímica necessita sintetizar um derivado com maior eficácia. Para tanto, o potencial substituto deverá preservar as seguintes propriedades estruturais do feromônio sexual: função orgânica, cadeia normal e a isomeria geométrica original.

A fórmula estrutural do substituto adequado ao feromônio sexual obtido industrialmente é:



QUESTÃO 87

O processo de dessulfurização é uma das etapas utilizadas na produção do diesel. Esse processo consiste na oxidação do enxofre presente na forma de sulfeto de hidrogênio (H_2S) a enxofre elementar (sólido) que é posteriormente removido. Um método para essa extração química é o processo Claus, no qual parte do H_2S é oxidada a dióxido de enxofre (SO_2) e, então, esse gás é usado para oxidar o restante do H_2S . Os compostos de enxofre remanescentes e as demais moléculas presentes no diesel sofrerão combustão no motor.

MARQUES FILHO, J. Estudo da fase térmica do processo Claus utilizando fluidodinâmica computacional. São Paulo: USP, 2004 (adaptado).

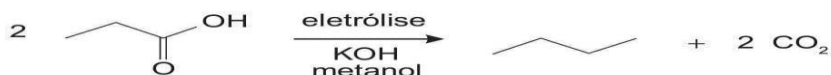
O benefício do processo Claus é que, na combustão do diesel, é minimizada a emissão de gases

- A** formadores de hidrocarbonetos.
- B** produtores de óxidos de nitrogênio.
- C** emissores de monóxido de carbono.
- D** promotores da acidificação da chuva.
- E** determinantes para o aumento do efeito estufa.

APÊNDICE F - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2015

QUESTÃO 65

Hidrocarbonetos podem ser obtidos em laboratório por descarboxilação oxidativa anódica, processo conhecido como eletrossíntese de Kolbe. Essa reação é utilizada na síntese de hidrocarbonetos diversos, a partir de óleos vegetais, os quais podem ser empregados como fontes alternativas de energia, em substituição aos hidrocarbonetos fósseis. O esquema ilustra simplifadamente esse processo.



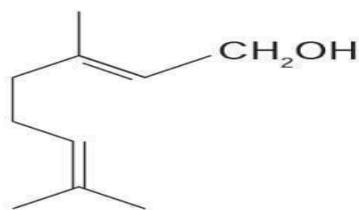
AZEVEDO, D. C.; GOULART, M. O. F. Estereosseletividade em reações eletródicas. *Química Nova*, n. 2, 1997 (adaptado).

Com base nesse processo, o hidrocarboneto produzido na eletrólise do ácido 3,3-dimetil-butanoico é o

- A 2,2,7,7-tetrametil-octano.
- B 3,3,4,4-tetrametil-hexano.
- C 2,2,5,5-tetrametil-hexano.
- D 3,3,6,6-tetrametil-octano.
- E 2,2,4,4-tetrametil-hexano.

QUESTÃO 85

Uma forma de organização de um sistema biológico é a presença de sinais diversos utilizados pelos indivíduos para se comunicarem. No caso das abelhas da espécie *Apis mellifera*, os sinais utilizados podem ser feromônios. Para saírem e voltarem de suas colmeias, usam um feromônio que indica a trilha percorrida por elas (Composto A). Quando pressentem o perigo, expelem um feromônio de alarme (Composto B), que serve de sinal para um combate coletivo. O que diferencia cada um desses sinais utilizados pelas abelhas são as estruturas e funções orgânicas dos feromônios.



Composto A



Composto B

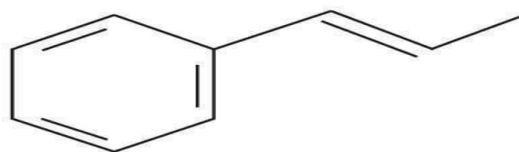
QUADROS, A. L. Os feromônios e o ensino de química. *Química Nova na Escola*, n. 7, maio 1998 (adaptado).

As funções orgânicas que caracterizam os feromônios de trilha e de alarme são, respectivamente,

- A álcool e éster.
- B aldeído e cetona.
- C éter e hidrocarboneto.
- D enol e ácido carboxílico.
- E ácido carboxílico e amida.

QUESTÃO 86 

O permanganato de potássio (KMnO_4) é um agente oxidante forte muito empregado tanto em nível laboratorial quanto industrial. Na oxidação de alcenos de cadeia normal, como o 1-fenil-1-propeno, ilustrado na figura, o KMnO_4 é utilizado para a produção de ácidos carboxílicos.



1-fenil-1-propeno

Os produtos obtidos na oxidação do alceno representado, em solução aquosa de KMnO_4 , são:

- A** Ácido benzoico e ácido etanoico.
- B** Ácido benzoico e ácido propanoico.
- C** Ácido etanoico e ácido 2-feniletanoico.
- D** Ácido 2-feniletanoico e ácido metanoico.
- E** Ácido 2-feniletanoico e ácido propanoico.

APÊNDICE G - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2014

QUESTÃO 47

Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário, tratá-lo com desinfetante. O ácido hipocloroso (HClO), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, ele não atua somente como oxidante, mas também como um ativo agente de cloração. A presença de matéria orgânica dissolvida no suprimento de água clorada pode levar à formação de clorofórmio (CHCl₃) e outras espécies orgânicas cloradas tóxicas.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química ambiental*. São Paulo: Pearson, 2009 (adaptado).

15

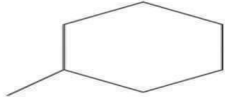
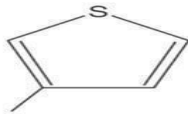
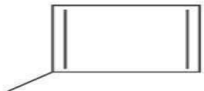
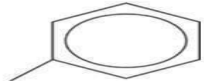
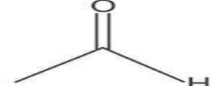
Visando eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado é a

- A** filtração, com o uso de filtros de carvão ativo.
- B** fluoretação, pela adição de fluoreto de sódio.
- C** coagulação, pela adição de sulfato de alumínio.
- D** correção do pH, pela adição de carbonato de sódio.
- E** floculação, em tanques de concreto com a água em movimento.

QUESTÃO 55

A forma das moléculas, como representadas no papel, nem sempre é planar. Em um determinado fármaco, a molécula contendo um grupo não planar é biologicamente ativa, enquanto moléculas contendo substituintes planares são inativas.

O grupo responsável pela bioatividade desse fármaco é

- A** 
- B** 
- C** 
- D** 
- E** 

QUESTÃO 71

A capacidade de limpeza e a eficiência de um sabão dependem de sua propriedade de formar micelas estáveis, que arrastam com facilidade as moléculas impregnadas no material a ser limpo. Tais micelas têm em sua estrutura partes capazes de interagir com substâncias polares, como a água, e partes que podem interagir com substâncias apolares, como as gorduras e os óleos.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. (Coords.). *Química e sociedade*. São Paulo: Nova Geração, 2005 (adaptado).

A substância capaz de formar as estruturas mencionadas é

- A $C_{18}H_{36}$.
- B $C_{17}H_{33}COONa$.
- C CH_3CH_2COONa .
- D $CH_3CH_2CH_2COOH$.
- E $CH_3CH_2CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_2CH_3$.

QUESTÃO 86

O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado — apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o

- A etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- B gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica.
- C óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.
- D gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica.
- E gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

QUESTÃO 87

Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu circuito receptor. Das inúmeras ondas eletromagnéticas que chegam simultaneamente ao receptor, somente aquelas que oscilam com determinada frequência resultarão em máxima absorção de energia.

O fenômeno descrito é a






- A difração.
- B refração.
- C polarização.
- D interferência.
- E ressonância.

APÊNDICE H - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2013

QUESTÃO 49

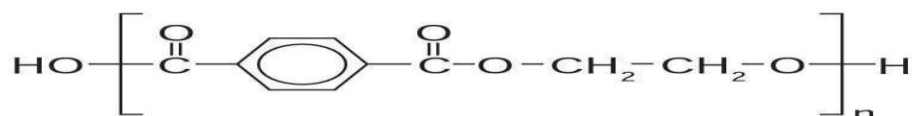
O citral, substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas como o capim-limão, cujo óleo essencial possui aproximadamente 80%, em massa, da substância. Uma de suas aplicações é na fabricação de produtos que atraem abelhas, especialmente do gênero *Apis*, pois seu cheiro é semelhante a um dos feromônios liberados por elas. Sua fórmula molecular é $C_{10}H_{16}O$, com uma cadeia alifática de oito carbonos, duas insaturações, nos carbonos 2 e 6; e dois grupos substituintes metila, nos carbonos 3 e 7. O citral possui dois isômeros geométricos, sendo o *trans* o que mais contribui para o forte odor.

Para que se consiga atrair um maior número de abelhas para uma determinada região, a molécula que deve estar presente em alta concentração no produto a ser utilizado é:

- A** 
- B** 
- C** 
- D** 
- E** 

QUESTAO 57

O uso de embalagens plásticas descartáveis vem crescendo em todo o mundo, juntamente com o problema ambiental gerado por seu descarte inapropriado. O politereftalato de etileno (PET), cuja estrutura é mostrada, tem sido muito utilizado na indústria de refrigerantes e pode ser reciclado e reutilizado. Uma das opções possíveis envolve a produção de matérias-primas, como o etilenoglicol (1,2-etanodiol), a partir de objetos compostos de PET pós-consumo.



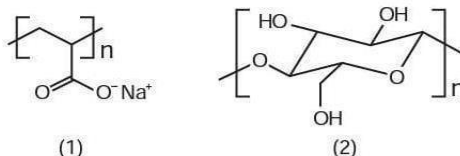
Disponível em: www.abipet.org.br. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Com base nas informações do texto, uma alternativa para a obtenção de etilenoglicol a partir do PET é a

- A solubilização dos objetos.
- B combustão dos objetos.
- C trituração dos objetos.
- D hidrólise dos objetos.
- E fusão dos objetos.

QUESTÃO 68

As fraldas descartáveis que contêm o polímero poliacrilato de sódio (1) são mais eficientes na retenção de água que as fraldas de pano convencionais, constituídas de fibras de celulose (2).



CURI, D. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 23, maio 2006 (adaptado).

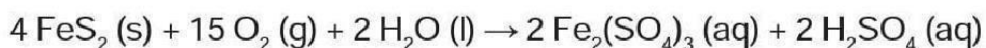
A maior eficiência dessas fraldas descartáveis, em relação às de pano, deve-se às

- A interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- B interações ion-ion mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- C ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e a água, em relação às interações ion-dipolo entre a celulose e as moléculas de água.
- D ligações de hidrogênio mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às interações dipolo induzido-dipolo induzido entre a celulose e as moléculas de água.
- E interações ion-dipolo mais fortes entre o poliacrilato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.

CN - 1º dia | Caderno 2 - AMARELO - Página 23

QUESTÃO 72

A formação frequente de grandes volumes de pirita (FeS_2) em uma variedade de depósitos minerais favorece a formação de soluções ácidas ferruginosas, conhecidas como "drenagem ácida de minas". Esse fenômeno tem sido bastante pesquisado pelos cientistas e representa uma grande preocupação entre os impactos da mineração no ambiente. Em contato com oxigênio, a $25\text{ }^\circ\text{C}$, a pirita sofre reação, de acordo com a equação química:



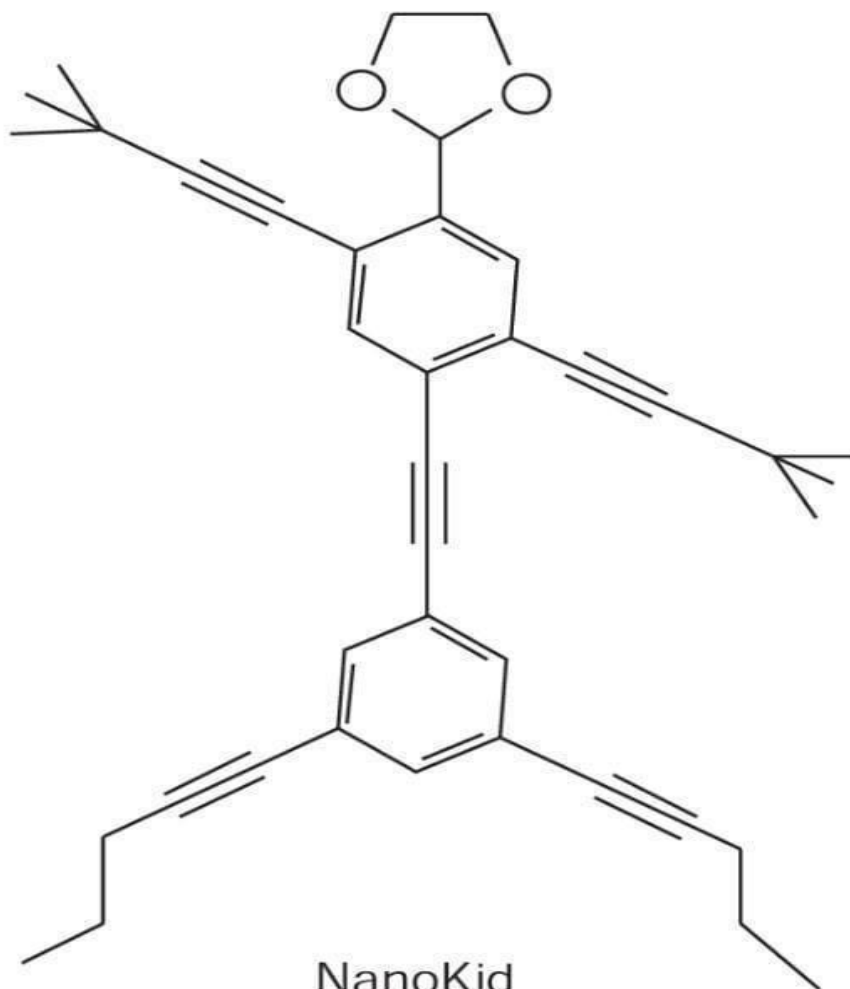
FIGUEIREDO, B. R. **Minérios e ambiente**. Campinas: Unicamp, 2000.

Para corrigir os problemas ambientais causados por essa drenagem, a substância mais recomendada a ser adicionada ao meio é o

- A sulfeto de sódio.
- B cloreto de amônio.
- C dióxido de enxofre.
- D dióxido de carbono.
- E carbonato de cálcio.

QUESTÃO 77

As moléculas de *nanoputians* lembram figuras humanas e foram criadas para estimular o interesse de jovens na compreensão da linguagem expressa em fórmulas estruturais, muito usadas em química orgânica. Um exemplo é o NanoKid, representado na figura:



CHANTEAU, S. H.; TOUR, J. M. *The Journal of Organic Chemistry*, v. 68, n. 23, 2003 (adaptado).

Em que parte do corpo do NanoKid existe carbono quaternário?

- A Mãos.
- B Cabeça.
- C Tórax.
- D Abdômen.
- E Pés.

APÊNDICE I - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2012

QUESTÃO 57

O rótulo de um desodorante aerossol informa ao consumidor que o produto possui em sua composição os gases isobutano, butano e propano, dentre outras substâncias. Além dessa informação, o rótulo traz, ainda, a inscrição "Não contém CFC". As reações a seguir, que ocorrem na estratosfera, justificam a não utilização de CFC (clorofluorcarbono ou Freon) nesse desodorante:



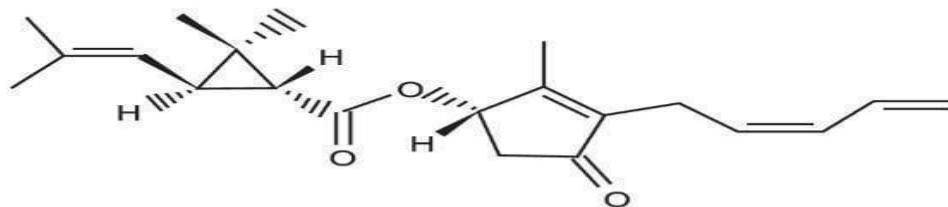
A preocupação com as possíveis ameaças à camada de ozônio (O_3) baseia-se na sua principal função: proteger a matéria viva na Terra dos efeitos prejudiciais dos raios solares ultravioleta. A absorção da radiação ultravioleta pelo ozônio estratosférico é intensa o suficiente para eliminar boa parte da fração de ultravioleta que é prejudicial à vida.

A finalidade da utilização dos gases isobutano, butano e propano neste aerossol é

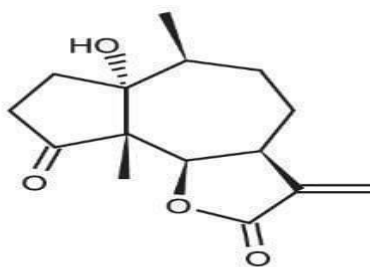
- A** substituir o CFC, pois não reagem com o ozônio, servindo como gases propelentes em aerossóis.
- B** servir como propelentes, pois, como são muito reativos, capturam o Freon existente livre na atmosfera, impedindo a destruição do ozônio.
- C** reagir com o ar, pois se decompõem espontaneamente em dióxido de carbono (CO_2) e água (H_2O), que não atacam o ozônio.
- D** impedir a destruição do ozônio pelo CFC, pois os hidrocarbonetos gasosos reagem com a radiação UV, liberando hidrogênio (H_2), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando água (H_2O).
- E** destruir o CFC, pois reagem com a radiação UV, liberando carbono (C), que reage com o oxigênio do ar (O_2), formando dióxido de carbono (CO_2), que é inofensivo para a camada de ozônio.

QUESTÃO 61

A produção mundial de alimentos poderia se reduzir a 40% da atual sem a aplicação de controle sobre as pragas agrícolas. Por outro lado, o uso frequente dos agrotóxicos pode causar contaminação em solos, águas superficiais e subterrâneas, atmosfera e alimentos. Os biopesticidas, tais como a piretrina e a coronopilina, têm sido uma alternativa na diminuição dos prejuízos econômicos, sociais e ambientais gerados pelos agrotóxicos.



Piretrina



Coronopilina

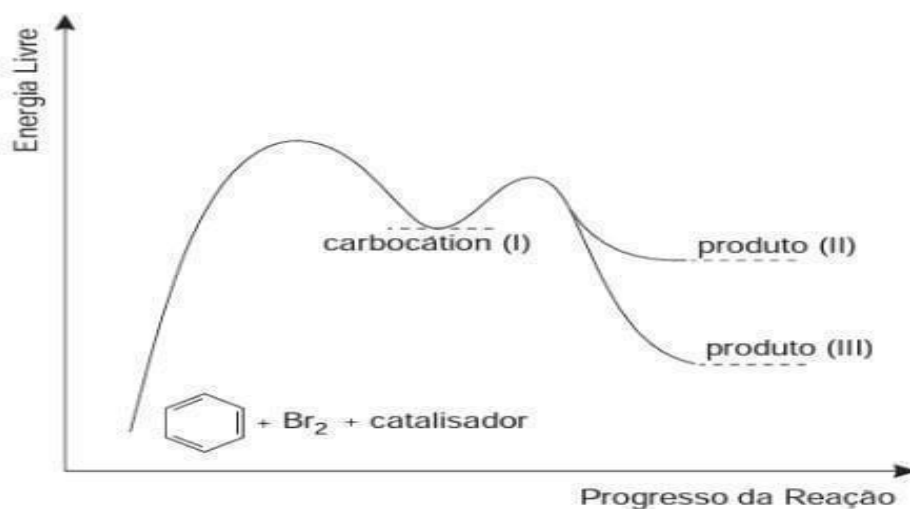
Identifique as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas dos dois biopesticidas apresentados:

- A Éter e éster.
- B Cetona e éster.
- C Álcool e cetona.
- D Aldeído e cetona.
- E Éter e ácido carboxílico.

QUESTÃO 64

O benzeno é um hidrocarboneto aromático presente no petróleo, no carvão e em condensados de gás natural. Seus metabólitos são altamente tóxicos e se depositam na medula óssea e nos tecidos gordurosos. O limite de exposição pode causar anemia, câncer (leucemia) e distúrbios do comportamento. Em termos de reatividade química, quando um eletrófilo se liga ao benzeno, ocorre a formação de um intermediário, o carbocátion. Por fim, ocorre a adição ou substituição eletrofílica.

Disponível em: www.sindipetro.org.br. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).



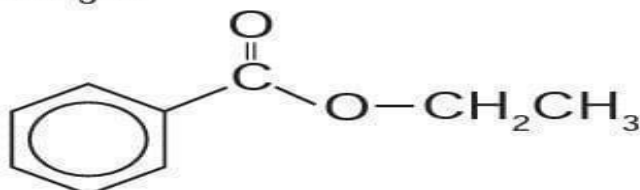
Disponível em: www.qmc.ufsc.br. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Com base no texto e no gráfico do progresso da reação apresentada, as estruturas químicas encontradas em I, II e III são, respectivamente:

- A**
- B**
- C**
- D**
- E**

QUESTÃO 73

A própolis é um produto natural conhecido por suas propriedades anti-inflamatórias e cicatrizantes. Esse material contém mais de 200 compostos identificados até o momento. Dentre eles, alguns são de estrutura simples, como é o caso do $C_6H_5CO_2CH_2CH_3$, cuja estrutura está mostrada a seguir.

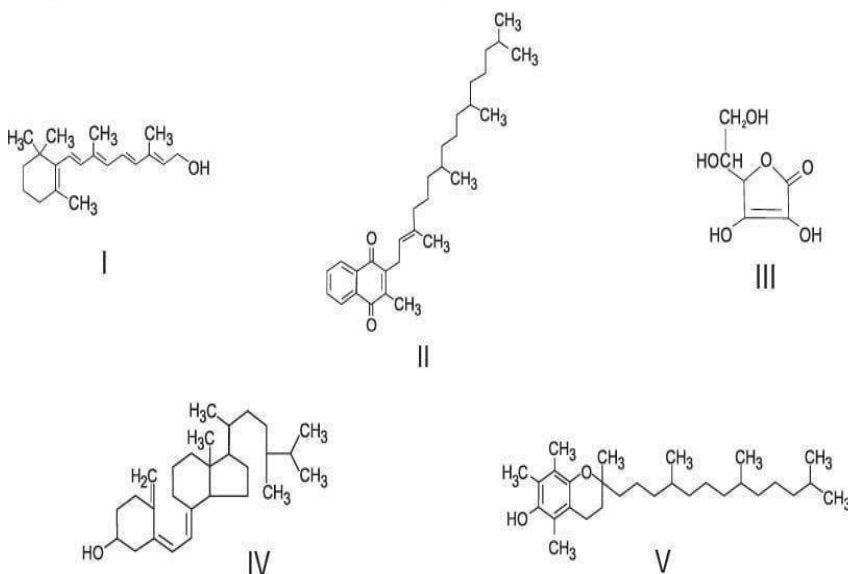


O ácido carboxílico e o álcool capazes de produzir o éster em apreço por meio da reação de esterificação são, respectivamente,

- A ácido benzoico e etanol.
- B ácido propanoico e hexanol.
- C ácido fenilacético e metanol.
- D ácido propiônico e ciclohexanol.
- E ácido acético e álcool benzílico.

QUESTÃO 85

O armazenamento de certas vitaminas no organismo apresenta grande dependência de sua solubilidade. Por exemplo, vitaminas hidrossolúveis devem ser incluídas na dieta diária, enquanto vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes para evitar doenças causadas pela sua carência. A seguir são apresentadas as estruturas químicas de cinco vitaminas necessárias ao organismo.



Dentre as vitaminas apresentadas na figura, aquela que necessita de maior suplementação diária é

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

APÊNDICE J - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2011

QUESTÃO 50

Um dos problemas dos combustíveis que contêm carbono é que sua queima produz dióxido de carbono. Portanto, uma característica importante, ao se escolher um combustível, é analisar seu calor de combustão (ΔH_c°), definido como a energia liberada na queima completa de um mol de combustível no estado padrão. O quadro seguinte relaciona algumas substâncias que contêm carbono e seu ΔH_c° .

Substância	Fórmula	ΔH_c° (kJ/mol)
benzeno	C_6H_6 (l)	-3 268
etanol	C_2H_5OH (l)	-1 368
glicose	$C_6H_{12}O_6$ (s)	-2 808
metano	CH_4 (g)	-890
octano	C_8H_{18} (l)	-5 471

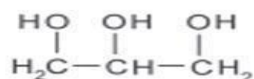
ATKINS, P. *Princípios de Química*. Bookman, 2007 (adaptado).

Neste contexto, qual dos combustíveis, quando queimado completamente, libera mais dióxido de carbono no ambiente pela mesma quantidade de energia produzida?

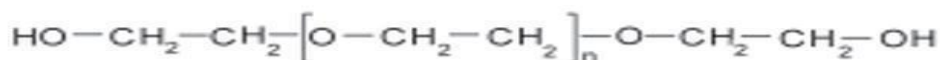
- A Benzeno.
- B Metano.
- C Glicose.
- D Octano.
- E Etanol.

QUESTÃO 52

A pele humana, quando está bem hidratada, adquire boa elasticidade e aspecto macio e suave. Em contrapartida, quando está ressecada, perde sua elasticidade e se apresenta opaca e áspera. Para evitar o ressecamento da pele é necessário, sempre que possível, utilizar hidratantes umectantes, feitos geralmente à base de glicerina e polietilenoglicol:



glicerina



polietilenoglicol

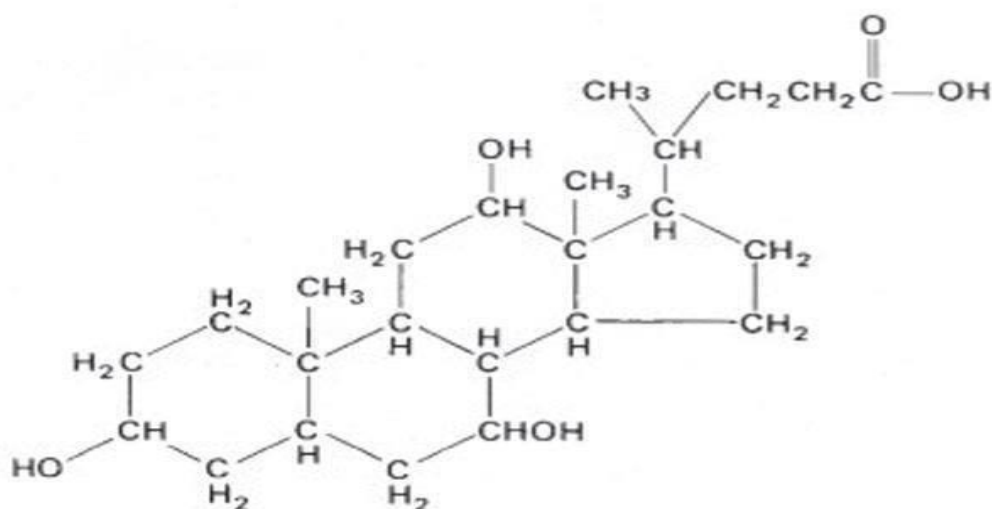
Disponível em: <http://www.brasilescola.com>. Acesso em: 23 abr. 2010 (adaptado).

A retenção de água na superfície da pele promovida pelos hidratantes é consequência da interação dos grupos hidroxila dos agentes umectantes com a umidade contida no ambiente por meio de

- A ligações iônicas.
- B forças de London.
- C ligações covalentes.
- D forças dipolo-dipolo.
- E ligações de hidrogênio.

QUESTÃO 69

A bile é produzida pelo fígado, armazenada na vesícula biliar e tem papel fundamental na digestão de lipídeos. Os sais biliares são esteroides sintetizados no fígado a partir do colesterol, e sua rota de síntese envolve várias etapas. Partindo do ácido cólico representado na figura, ocorre a formação dos ácidos glicocólico e taurocólico; o prefixo glico- significa a presença de um resíduo do aminoácido glicina e o prefixo tauro-, do aminoácido taurina.



ácido cólico

UCKO, D. A. *Química para as Ciências da Saúde: uma Introdução à Química Geral, Orgânica e Biológica*. São Paulo: Manole, 1992 (adaptado).

A combinação entre o ácido cólico e a glicina ou taurina origina a função amida, formada pela reação entre o grupo amina desses aminoácidos e o grupo

- A** carboxila do ácido cólico.
- B** aldeído do ácido cólico.
- C** hidroxila do ácido cólico.
- D** cetona do ácido cólico.
- E** éster do ácido cólico.

QUESTÃO 89



De acordo com o relatório "A grande sombra da pecuária" (*Livestock's Long Shadow*), feito pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação, o gado é responsável por cerca de 18% do aquecimento global, uma contribuição maior que a do setor de transportes.

Disponível em: www.conpet.gov.br. Acesso em: 22 jun. 2010.

A criação de gado em larga escala contribui para o aquecimento global por meio da emissão de

- A metano durante o processo de digestão.
- B óxido nítrico durante o processo de ruminação.
- C clorofluorcarbono durante o transporte de carne.
- D óxido nítrico durante o processo respiratório.
- E dióxido de enxofre durante o consumo de pastagens.

APÊNDICE K - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2010

Questão 55

O texto “O vôo das Folhas” traz uma visão dos índios Ticunas para um fenômeno usualmente observado na natureza:

O vôo das Folhas

Com o vento

as folhas se movimentam.

E quando caem no chão
ficam paradas em silêncio.

Assim se forma o *ngaura*. O *ngaura* cobre o chão da
floresta, enriquece a terra e alimenta as árvores.]

As folhas velhas morrem para ajudar o crescimento das
folhas novas.]

Dentro do *ngaura* vivem aranhas, formigas, escorpiões,
centopeias, minhocas, cogumelos e vários tipos de
outros seres muito pequenos.]

As folhas também caem nos lagos, nos igarapés e igapós.

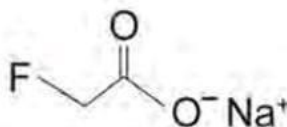
A natureza segundo os Ticunas/Livro das Árvores.
Organização Geral dos Professores Bilingües Ticunas, 2000.

Na visão dos índios Ticunas, a descrição sobre o *ngaura* permite classificá-lo como um produto diretamente relacionado ao ciclo

- A da água.
- B do oxigênio.
- C do fósforo.
- D do carbono.
- E do nitrogênio.

Questão 73

No ano de 2004, diversas mortes de animais por envenenamento no zoológico de São Paulo foram evidenciadas. Estudos técnicos apontam suspeita de intoxicação por monofluoracetato de sódio, conhecido como composto 1080 e ilegalmente comercializado como raticida. O monofluoracetato de sódio é um derivado do ácido monofluoracético e age no organismo dos mamíferos bloqueando o ciclo de Krebs, que pode levar à parada da respiração celular oxidativa e ao acúmulo de amônia na circulação.



monofluoracetato de sódio.

Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 05 ago. 2010 (adaptado).

O monofluoracetato de sódio pode ser obtido pela

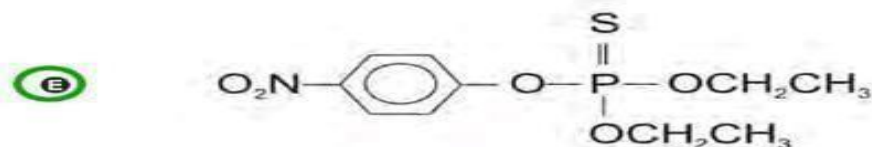
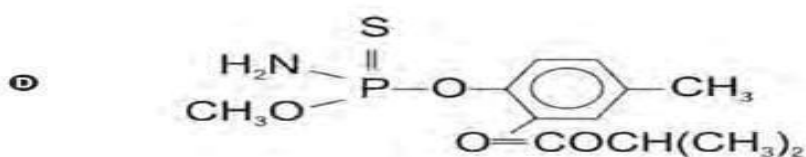
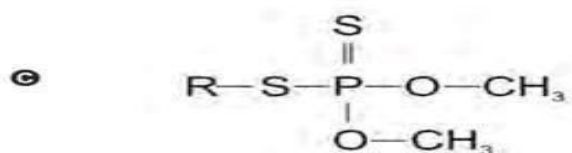
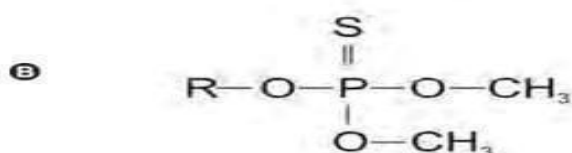
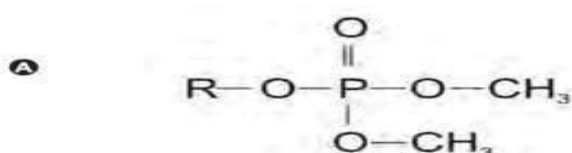
- A desidratação do ácido monofluoracético, com liberação de água.
- B hidrólise do ácido monofluoracético, sem formação de água.
- C perda de íons hidroxila do ácido monofluoracético, com liberação de hidróxido de sódio.
- D neutralização do ácido monofluoracético usando hidróxido de sódio, com liberação de água.
- E substituição dos íons hidrogênio por sódio na estrutura do ácido monofluoracético, sem formação de água.

Questão 84

Os pesticidas modernos são divididos em várias classes, entre as quais se destacam os organofosforados, materiais que apresentam efeito tóxico agudo para os seres humanos. Esses pesticidas contêm um átomo central de fósforo ao qual estão ligados outros átomos ou grupo de átomos como oxigênio, enxofre, grupos metoxi ou etoxi, ou um radical orgânico de cadeia longa. Os organofosforados são divididos em três subclasses: **Tipo A**, na qual o enxofre não se incorpora na molécula; **Tipo B**, na qual o oxigênio, que faz dupla ligação com fósforo, é substituído pelo enxofre; e **Tipo C**, no qual dois oxigênios são substituídos por enxofre.

BAIRD, C. Química Ambiental. Bookmam, 2005.

Um exemplo de pesticida organofosforado **Tipo B**, que apresenta grupo etoxi em sua fórmula estrutural, está representado em:



APÊNDICE L - QUESTÕES DE QUÍMICA ORGÂNICA ENEM 2009

Questão 12

Sabões são sais de ácidos carboxílicos de cadeia longa utilizados com a finalidade de facilitar, durante processos de lavagem, a remoção de substâncias de baixa solubilidade em água, por exemplo, óleos e gorduras. A figura a seguir representa a estrutura de uma molécula de sabão.



Em solução, os ânions do sabão podem hidrolisar a água e, desse modo, formar o ácido carboxílico correspondente. Por exemplo, para o estearato de sódio, é estabelecido o seguinte equilíbrio:



Uma vez que o ácido carboxílico formado é pouco solúvel em água e menos eficiente na remoção de gorduras, o pH do meio deve ser controlado de maneira a evitar que o equilíbrio acima seja deslocado para a direita.

Com base nas informações do texto, é correto concluir que os sabões atuam de maneira

- A mais eficiente em pH básico.
- B mais eficiente em pH ácido.
- C mais eficiente em pH neutro.
- D eficiente em qualquer faixa de pH.
- E mais eficiente em pH ácido ou neutro.

Questão 36

O uso de protetores solares em situações de grande exposição aos raios solares como, por exemplo, nas praias, é de grande importância para a saúde. As moléculas ativas de um protetor apresentam, usualmente, anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila, pois esses sistemas são capazes de absorver a radiação ultravioleta mais nociva aos seres humanos. A conjugação é definida como a ocorrência de alternância entre ligações simples e duplas em uma molécula. Outra propriedade das moléculas em questão é apresentar, em uma de suas extremidades, uma parte apolar responsável por reduzir a solubilidade do composto em água, o que impede sua rápida remoção quando do contato com a água.

Questão 43

Nas últimas décadas, o efeito estufa tem-se intensificado de maneira preocupante, sendo esse efeito muitas vezes atribuído à intensa liberação de CO_2 durante a queima de combustíveis fósseis para geração de energia. O quadro traz as entalpias-padrão de combustão a $25\text{ }^\circ\text{C}$ (ΔH_{25}^0) do metano, do butano e do octano.

composto	fórmula molecular	massa molar (g/mol)	ΔH_{25}^0 (kJ/mol)
metano	CH_4	16	- 890
butano	C_4H_{10}	58	- 2.878
octano	C_8H_{18}	114	- 5.471

À medida que aumenta a consciência sobre os impactos ambientais relacionados ao uso da energia, cresce a importância de se criar políticas de incentivo ao uso de combustíveis mais eficientes. Nesse sentido, considerando-se que o metano, o butano e o octano sejam representativos do gás natural, do gás liquefeito de petróleo (GLP) e da gasolina, respectivamente, então, a partir dos dados fornecidos, é possível concluir que, do ponto de vista da quantidade de calor obtido por mol de CO_2 gerado, a ordem crescente desses três combustíveis é

- A** gasolina, GLP e gás natural.
- B** gás natural, gasolina e GLP.
- C** gasolina, gás natural e GLP.
- D** gás natural, GLP e gasolina.
- E** GLP, gás natural e gasolina.