

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
INSTITUTO DE QUÍMICA DE ARARAQUARA  
LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**VITOR MALAMAN BENAGLIA**

**DESEMPENHO PAULISTA NOS CONTEÚDOS DE QUÍMICA NO ENEM  
2019**

**ARARAQUARA  
2021**

**VITOR MALAMAN BENAGLIA**

**DESEMPENHO PAULISTA NOS CONTEÚDOS DE QUÍMICA NO ENEM 2019**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Instituto de Química,  
Universidade Estadual Paulista, como parte  
dos requisitos para obtenção do título de  
Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Henrique  
Fiscarelli

**Araraquara  
2021**

**VITOR MALAMAN BENAGLIA**

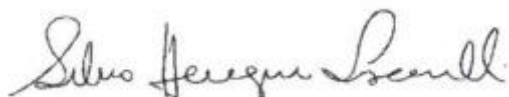
**DESEMPENHO PAULISTA NOS CONTEÚDOS DE QUÍMICA NO ENEM 2019**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)  
apresentado ao Instituto de Química,  
Universidade Estadual Paulista, como parte  
dos requisitos para obtenção do título de  
Licenciado em Química.

Orientador: Prof. Dr. Silvio Henrique Fiscarelli

Araraquara, 20 de janeiro de 2021

**BANCA EXAMINADORA**



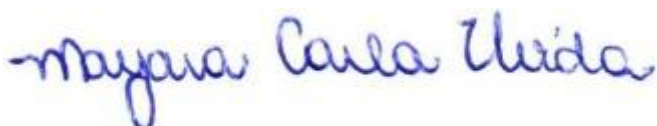
---

Prof. Dr. Silvio Henrique Fiscarelli  
Faculdade de Ciências e Letras – UNESP, Araraquara



---

Me. José Antonio Maruyama  
Instituto de Química – UNESP, Araraquara



---

Ma. Mayara Carla Uvida  
Instituto de Química – UNESP, Araraquara

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer em primeiro lugar minha mãe Maria de Lurdes, meu pai Gilmar, minha irmã Valkiria, meu cunhado Diego e minha namorada Verônica, por todo o apoio e paciência que tiveram comigo em minha jornada na universidade.

Agradeço também ao Instituto de Química, a Universidade Estadual Paulista – “Júlio de Mesquita Filho” UNESP e a todos seus docentes e funcionários que me proporcionaram tudo que foi preciso para meu crescimento e formação profissional e pessoal.

Finalizando gostaria de agradecer meu Orientador Silvio, por todo apoio, dedicação e paciência que me abriram caminhos e que me proporcionaram as condições para realizar este trabalho.

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal identificar as questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias com conteúdo de Química do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio) de 2019 em que os candidatos que realizaram a avaliação no Estado de São Paulo apresentaram maior índice e erro, relacionando essas questões com suas respectivas Competências e Habilidades e identificando possíveis causas para esses erros. Para atingir o objetivo foi adotado o método de pesquisa quantitativa se dedica a mensuração e trabalha com números, escalas e construção de índices. A base de dados utilizados na pesquisa são os microdados do ENEM 2019 fornecidos pelo INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira), este tipo de análise de materiais pré-existentes possibilita o conhecimento do passado; possibilita a investigação dos processos de mudança social e cultural; permite a obtenção de dados com menor custo; favorece a obtenção de dados sem o constrangimento dos sujeitos. Os resultados mostraram que em questões que englobam símbolos e equações químicas os candidatos apresentaram um desempenho abaixo dos 50%, o que mostra que eles apresentam dificuldades com esses temas. Em contraponto, em questões que apresentam temas como impactos ambientais, socioeconômicos e sociais os candidatos apresentaram um melhor desempenho. Esses fatos destacam que a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) e o Currículo Paulista, estão priorizando conteúdos diretamente relacionados com fatores que afetam o cotidiano dos estudantes paulistas.

**Palavras-chave:** ENEM. Desempenho. Química.

## ABSTRACT

This work has as main objective to identify the questions of Natural Sciences and its Technologies with Chemistry content of ENEM (National High School Exam) of 2019 in which the candidates who carried out the evaluation in the State of São Paulo had a higher index and error, relating these questions with their respective Competences and Skills and identifying possible causes for these errors. To achieve the objective, the quantitative research method was adopted, dedicated to measurement and working with numbers, scales and construction of indices. The database used in the research is the ENEM 2019 microdata provided by INEP (National Institute of Educational Studies and Research Anísio Teixeira), this type of analysis of pre-existing materials enables knowledge of the past; enables the investigation of social and cultural change processes; allows you to obtain data at a lower cost; favors the collection of data without the constraints of the subjects. The results showed that in questions that include symbols and chemical equations, candidates performed below 50%, which shows that they have difficulties with these themes. On the other hand, on issues that present themes such as environmental, socioeconomic and social impacts, the candidates performed better. These facts highlight that the BNCC (Common National Curriculum Base) and the Currículo Paulista are prioritizing content directly related to factors that affect the daily lives of students in São Paulo.

**Keywords:** ENEM. Performance. Chemistry.

## Sumário

Apresentação.....	8
Introdução.....	10
Objetivos.....	17
Metodologia.....	18
Resultados e Discussão.....	20
Conclusão.....	50
Referências.....	51

## **Apresentação**

Desde criança tive contato com a educação de uma maneira mais formal, minha mãe era professora nos anos iniciais do ensino fundamental e me incentivou bastante a ler e a escrever desde cedo. Mais tarde minha irmã mais velha também começou a trabalhar como professora de Artes, fato que fez aumentar meu interesse pela profissão.

Sempre estudei em escola pública, meu interesse por ciências apareceu nos primeiros anos de escola e foi aumentando com o passar dos anos e o aprofundamento dos conhecimentos. Sempre participava de feiras de ciências e realizava projetos na área.

Ao final do ensino fundamental decidi prestar o vestibulinho para fazer o ensino médio na Etec de minha cidade, passei na prova de admissão e comecei meus estudos na nova escola. A estrutura era bem melhor que as escolas estaduais que conhecia, foi pela Etec que tive o primeiro contato com laboratórios de ciências, por se tratar de uma escola técnica ela possuía muitos laboratórios. Tive aulas experimentais de química já no primeiro ano do ensino médio, que me agradaram muito. Pelas experiências do primeiro ano decidi fazer o Técnico em Química na mesma Etec no período oposto.

No ensino técnico o contato com professores especializados em diversas áreas da química, e as aulas experimentais quase que diárias só fizeram aumentar meu fascínio pela ciência e crescer cada vez mais a vontade de me aprofundar nesse mundo.

Unindo as influências de minha mãe e minha irmã como professoras e de minha formação em técnico em química, prestei vestibular para Licenciatura em Química. Passei na Unesp de Araraquara. Na universidade fui apresentado a uma nova perspectiva de ensino, fato que mudou completamente minha visão sobre o sistema de educação do Brasil e a formação de professores.

Na faculdade as aulas práticas sempre me chamaram a atenção, pois através delas conseguia enxergar como os fenômenos acontecem e relacioná-los com a teoria. Com as disciplinas pedagógicas meu interesse pela atuação dos professores na educação básica aumentou, assim como as metodologias



utilizadas por professores, escolas e governos influenciam no processo de ensino-aprendizagem.

Com tudo isso, relacionando minhas experiências com aulas experimentais desde cedo no ensino médio e técnico, com as informações trazidas pela minha vivência na universidade, veio à tona ideias que poderiam se tornar tema para meu trabalho de conclusão de curso, como, quais as principais dificuldades dos estudantes participantes do ENEM na área de química? Quais questões os estudantes mais erram no ENEM na área de Química? Embora o INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) divulgue boletins e sinopses estatísticas sobre o referido exame, essas análises não contemplam detalhes do desempenho dos alunos nas áreas de conhecimento.

A partir dessas indagações, e longas discussões com professores e orientadores, a possível temática foi sendo aprimorado e adaptado para se encaixar perfeitamente no estilo de pesquisa que um trabalho de conclusão de curso exige e permite.

Assim a ideia final é a de investigar quais questões os estudantes paulistas que participaram do ENEM 2019 mais erraram na área de Ciências da Natureza, especificamente em Química, e buscar justificativas para esses erros na literatura, formulando hipóteses baseadas nas competências e habilidades descritas na BNCC (Base Nacional Comum Curricular) e na Matriz de Referência do ENEM 2019, que ajude a esclarecer os acontecimentos.

## Introdução

O ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), foi criado pelo Governo Federal em 1998 com o intuito de ser um instrumento para avaliar os estudantes no final da educação básica. (SILVEIRA, BARBOSA, SILVA, 2015). Em seu princípio o ENEM visava apenas avaliar as habilidades e competências desenvolvidas pelos alunos concluintes do Ensino Médio, com a intenção de adquirir dados sobre a qualidade da educação brasileira.

Por mais de dez anos o ENEM não foi utilizado como ferramenta para o ingresso no ensino superior, essa função era descentralizada sendo de responsabilidade de cada instituição de ensino superior à idealização e organização de seus vestibulares, com a liberdade de escolha dos critérios a serem exigidos e formatos das provas (SILVEIRA, BARBOSA, SILVA, 2015).

Em 2009 a dinâmica do ENEM foi alterada, houve a criação do Sisu (Sistema de Seleção Unificada) que adicionava a função de ingresso no ensino superior ao ENEM, que continua sendo usado como instrumento de avaliação da qualidade do ensino na educação básica. (SILVEIRA, BARBOSA, SILVA, 2015).

A partir do mesmo ano a estrutura da prova mudou, a avaliação passou a contar com 180 questões de múltipla escolha e uma redação, passando a ser realizada em dois dias. A forma de pontuação também mudou, o Ministério da Educação implementou a Teoria de Resposta ao Item (TRI), esse sistema foi inspirado no sistema utilizado nos Estados Unidos. Nesse modelo cada questão passa por uma classificação que envolve complexidade e dificuldade, com isso a pontuação varia de acordo com a classificação. As questões consideradas mais fáceis recebem pontuação menor, enquanto as mais difíceis recebem pontuação maior. O sistema também permite a identificação de possíveis “chutes”, caso o aluno acerte as questões consideradas mais difíceis e erre as fáceis. (ANTUNES, 2014).

O Enem surgiu com uma proposta de ser uma avaliação interdisciplinar, essa proposta segue ativa até hoje em dia, porém o exame mantém a interdisciplinaridade dentro de quatro grandes áreas, são elas: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da

Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias. (ANTUNES, 2014).

A ideia do ENEM é de fazer uma integração curricular em seu conteúdo, ou seja, as questões envolvem, em teoria, várias áreas do conhecimento. Seguindo nessa linha, a área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas tecnologias, não apresenta uma divisão específica entre as disciplinas que nela estão inseridas (Biologia, Física e Química). Entretanto, essa integração não é seguida à risca, na prática as questões são distribuídas de forma aleatória ao longo da prova, mas, dificilmente trabalham questões que envolvam conceitos de mais de uma disciplina ao mesmo tempo. (SILVEIRA, BARBOSA, SILVA, 2015).

As questões apresentadas no Enem exigem uma capacidade de análise e reflexão que envolve contextos. Exigindo que o candidato faça uma relação entre o conhecimento adquirido e a realidade cotidiana, envolvendo diversos aspectos, como cultura, vida social, tecnologia e ciência.

O Enem se diferencia dos vestibulares tradicionais, pois suas questões não exigem apenas memorização, mas uma interpretação de uma determinada situação, como destaca Antunes.

As capacidades de leitura e de interpretação, nas suas diversas modalidades – textos, documentos, gráficos, tabelas, charges, obras de arte, estruturas arquitetônicas etc. –, são elementos centrais da proposta pedagógica do exame. O domínio dessas competências se aplica a toda prova, na medida em que não há, no Enem, questões que exijam apenas memorização. Na verdade, elas exigem capacidade de análise crítica a partir da leitura e da interpretação de situações-problema apresentadas. (ANTUNES, 2014, p. 8)

A Matriz de Referência do Enem apresenta cinco eixos cognitivos, esses eixos são a base para todas as áreas de conhecimento, eles são basicamente os domínios que o candidato precisa ter para resolver as questões e principalmente para atuar na realidade social, política, econômica, cultural e tecnológica que cerca o candidato.

Os eixos cognitivos são:

I. Dominar linguagens (DL): dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens, matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa.

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.

III. Enfrentar situações-problema (SP): selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.

IV. Construir argumentação (CA): relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.

V. Elaborar propostas (EP): recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural. (BRASIL, 2019).

Além dos eixos cognitivos, as questões do Enem se baseiam nas Competências e Habilidades descritas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). As Competências podem ser compreendidas como mecanismos fundamentais para a compreensão do mundo e atuação nele, ou seja, é o saber fazer, conhecer, viver e ser. Não é o bastante dominar os conteúdos, mas também aplicá-lo no contexto em que se encontra. As Habilidades são consideradas ferramentas para se desenvolver as Competências, as Habilidades são instrumentos, que manejados, permitem atingir objetivos e desenvolver a Competência. (ANTUNES, 2014).

Cada área do conhecimento possui suas próprias Competências e Habilidades, que são pensadas e desenvolvidas especificamente para cada uma delas.

O foco de análise desse trabalho são as questões de Química, que estão situadas na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, juntamente com as questões de Física e Biologia.

As Competências e Habilidades da área são:

**Competência de área 1 – Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade.**

**H1** – Reconhecer características ou propriedades de fenômenos ondulatórios, ou oscilatórios, relacionando-os a seus usos em diferentes contextos.

**H2** – Associar a solução de problemas de comunicação, transporte, saúde ou outro, com o correspondente desenvolvimento científico e tecnológico.

**H3** – Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas.

**H4** – Avaliar propostas de intervenção no ambiente, considerando a qualidade da vida humana ou medidas de conservação, recuperação ou utilização sustentável da biodiversidade.

**Competência de área 2 – Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.**

**H5** – Dimensionar circuitos ou dispositivos elétricos de uso cotidiano.

**H6** – Relacionar informações para compreender manuais de instalação ou utilização de aparelhos, ou sistemas tecnológicos de uso comum.

**H7** – Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

**Competência de área 3 – Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.**

**H8** – Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.

**H9** – Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo de energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.

**H10** – Analisar perturbações ambientais, identificando fontes, transporte e(ou) destino dos poluentes ou prevendo efeitos em sistemas naturais, produtivos ou sociais.

**H11** – Reconhecer benefícios, limitações e aspectos éticos da biotecnologia, considerando estruturas e processos biológicos envolvidos em produtos biotecnológicos.

**H12** – Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

**Competência de área 4 – Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais.**

**H13** – Reconhecer mecanismos de transmissão da vida, prevendo ou explicando a manifestação de características dos seres vivos.

**H14** – Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.

**H15** – Interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos.

**H16** – Compreender o papel da evolução na produção de padrões, processos biológicos ou na organização taxonômica dos seres vivos.

**Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.**

**H17** – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

**H18** – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.

**H19** – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

**Competência de área 6 – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.**

**H20** – Caracterizar causas ou efeitos dos movimentos de partículas, substâncias, objetos ou corpos celestes.

**H21** – Utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo.

**H22** – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.

**H23** – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

**Competência de área 7 – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.**

**H24** – Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

**H25** – Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.

**H26** – Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.

**H27** – Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

**Competência de área 8 – Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.**

**H28** – Associar características adaptativas dos organismos com seu modo de vida ou com seus limites de distribuição em diferentes ambientes, em especial em ambientes brasileiros.

**H29** – Interpretar experimentos ou técnicas que utilizam seres vivos, analisando implicações para o ambiente, a saúde, a produção de alimentos, matérias primas ou produtos industriais.

**H30** – Avaliar propostas de alcance individual ou coletivo, identificando aquelas que visam à preservação e a implementação da saúde individual, coletiva ou do ambiente. (BRASIL, 2019).

Os microdados do Enem trazem, na categoria, Itens, qual habilidade e competência é trabalhada em cada questão da prova. Este trabalho será focado em analisar quais questões de Química os candidatos apresentaram maior

índice de erro, identificar quais Competências e Habilidades essas questões envolviam e justificar as possíveis causas dos erros, baseado em diversos aspectos, como currículo, estrutura, e planejamento de ensino.

Por se tratar de um exame nacional, sendo inclusive o maior do País, o Enem possui uma enorme quantidade de dados, para deixar o trabalho mais focado e para que ele pudesse atingir seus objetivos, serão analisados dados apenas do Estado de São Paulo, por ser o estado em que está localizado o Instituto de Química da Unesp, portanto, mais próximo da realidade do autor.

Todos os dados utilizados no desenvolvimento do trabalho são públicos, disponibilizados no portal do INEP, os dados escolhidos para a análise são da avaliação do ano de 2019, por ser a mais recente com dados disponibilizados até o início da produção desta obra.



## Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo central identificar as questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias com conteúdo de Química do ENEM de 2019 em que os candidatos que realizaram a avaliação no Estado de São Paulo apresentaram maior índice e erro, relacionando essas questões com suas respectivas Competências e Habilidades e identificando possíveis causas para esses erros. Para atingir este objetivo central, pode-se elencar os seguintes objetivos fundamentais:

- Identificar as respostas dos candidatos através da análise dos microdados do ENEM;
- Identificar a Competência e Habilidade de cada questão pela análise da Matriz de Referência do ENEM;
- Calcular a porcentagem de erros e acertos em cada questão;
- Buscar na literatura, justificativas que expliquem a ocorrência dos erros.

## Metodologia

A metodologia de pesquisa e análise de dados que se enquadra neste trabalho é a pesquisa quantitativa, pois, os métodos quantitativos têm o objetivo analisar fenômenos em estudo e frequências ou distribuições e trabalham com grandes números de casos de coleta de dados. A pesquisa quantitativa se dedica a mensuração e trabalha com números, escalas e construção de índices. (FLICK, 2013).

Destaca-se também nesta obra a análise de materiais pré-existentes, nesse caso específico os microdados do ENEM 2019 fornecidos pelo INEP, que são dados oficiais que foram produzidos não especificamente para pesquisa, mas para propósitos de documentação.

Este tipo de pesquisa que utiliza dados coletados e fornecidos por terceiros é denominada por Flick como análise secundária.

O termo “análise secundária” significa que você analisa dados que foram coletados para seu próprio projeto de pesquisa. Em vez disso, você usa os conjuntos de dados que foram produzidos para outros propósitos. (FLICK, 2013, p. 124)

Ainda segundo Flick esse tipo de pesquisa de análise de dados secundários tem a vantagem de economizar tempo, pois, o pesquisador não precisa coletar os dados. Porém, é necessário levar em consideração algumas preocupações quando se utiliza dados de terceiros, como, checar se estes dados se ajustam à questão da pesquisa, e se a forma de elaboração em que os dados estão disponíveis corresponde aos objetivos do seu estudo. (FLICK, 2013)

As vantagens da utilização de fontes documentais também são destacadas por Gil, que cita três aspectos: possibilita o conhecimento do passado; possibilita a investigação dos processos de mudança social e cultural; permite a obtenção de dados com menor custo; favorece a obtenção de dados sem o constrangimento dos sujeitos. (GIL, 2008).

Os dados deste trabalho foram coletados do portal do INEP e correspondem aos microdados do ENEM 2019, os dados foram abertos com o programa de análise estatística PSPP, com os códigos específicos que são fornecidos juntamente com os dados, foi possível separar os dados somente referentes ao estado de São Paulo, que somou 813 772 provas. Esses dados

foram exportados para o programa Microsoft Excel (2016) para facilitar as análises estatísticas.

O ENEM 2019 contou com as provas divididas por cores, em que cada cor contava com as mesmas questões, porém, em ordem diferente, como cada cor de prova e cada questão possui um código específico foi possível, com uma fórmula simples do Microsoft Excel, separar as questões com conteúdo de Química e organizá-las em uma tabela.

Os dados ainda trazem as respostas que cada aluno assinalou na prova e o gabarito com as respostas corretas, assim através de outra fórmula no Microsoft Excel foi possível identificar qual questão os candidatos acertaram ou erraram. A porcentagem de acerto e erro de cada questão de Química foi separada em outra tabela, além disso, foi possível identificar a porcentagem que cada alternativa das questões foi assinalada, esse quesito também foi colocado em outra tabela no Microsoft Excel.

Vários dados também podem ser analisados, como condição financeira do candidato, grau de ensino familiar, acesso à Internet, porcentagens dos candidatos que compareceram na aplicação da prova, questões com dupla resposta ou sem resposta, entre outras.

## Resultados e Discussão

Todos os dados utilizados neste trabalho são de acesso público e estão disponíveis no Portal do INEP que pertence ao Ministério da Educação do Governo Federal do Brasil. Os dados utilizados estão disponíveis na sessão, Acesso à Informação e são denominados “microdados” e contém, na íntegra, o conjunto de dados coletados nas pesquisas realizadas pelo INEP.<sup>1</sup>

Os dados correspondem aos candidatos que realizaram a prova do ENEM de 2019 no Estado de São Paulo na primeira aplicação (neste ano houve uma segunda aplicação da prova, devido alguns problemas em determinadas cidades, os dados da segunda aplicação não foram utilizados para este trabalho).

Foram selecionadas pelo autor as quinze questões da prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias que possuem conteúdo relacionado a Química, as análises de cada questão se basearam na Matriz de Referência do ENEM que informa a Competência e Habilidade específica de cada questão.

As imagens das questões apresentadas neste trabalho foram retiradas da prova do ENEM de cor azul, a numeração de cada questão corresponde especificamente à prova Azul, a numeração e ordem das questões variam de acordo com a cor de cada prova, porém, as questões são as mesmas.

Para facilitar a análise as questões foram divididas em grupos, cada grupo corresponde a uma Competência específica, cada Competência possui um número próprio de Habilidades, mas cada questão é pensada para se relacionar com uma Habilidade.

A seguir são apresentados alguns dados gerais dos candidatos do ENEM 2019 do Estado de São Paulo, esses dados apesar de não serem especificamente relacionados com as questões de Química, podem ajudar a entender as causas dos candidatos não acertarem determinadas questões.

Os cálculos de porcentagem foram realizados utilizando o número total de inscritos que responderam ao questionário o socioeconômico, o número total de inscritos considerado foi 813 772 candidatos.

---

1 <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados>

**Tabela 1 – Dados Candidatos**

Presentes	71,59%
Ausentes	28,41%
Homens	40,99%
Mulheres	59,01%
Média de Idade	20,91 anos

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Tabela 2 – Situação de conclusão do Ensino Médio**

<b>Situação de conclusão do Ensino Médio</b>	
Já concluiu	52,51%
Estava cursando e iria concluir em 2019	35,69%
Estava cursando e iria concluir após 2019	11,55%
Não concluiu e não estava cursando	0,26%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Tabela 3 – Ano de Conclusão do Ensino Médio**

<b>Ano de Conclusão do Ensino Médio</b>	
Não informou	49,45%
<b>2018</b>	<b>12,99%</b>
2017	8,44%
2016	5,67%
2015	4,06%
2014	3,09%
2013	2,36%
2012	2,01%
2011	1,49%
2010	1,29%
2009	1,11%
2008	0,91%
2007	0,83%
Antes de 2007	6,29%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Tabela 4 – Tipo de escola**

<b>Tipo de escola</b>	
Não respondeu	64,31%
<b>Pública</b>	<b>28,34%</b>
Privada	7,34%
Exterior	0%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Tabela 5 – Tipo de ensino**

<b>Tipo de ensino</b>	
<b>Ensino Regular</b>	<b>99,67%</b>
Educação Especial – Modalidade Substitutiva	0,33%
Educação de Jovens e Adultos	0%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Tabela 6 – Treineiro**

<b>Treineiro</b>	
Sim	11,55%
<b>Não</b>	<b>88,45%</b>

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Tabela 7 – Renda mensal**

Qual é a renda mensal de sua família? (Some a sua renda com a dos seus familiares.)

Nenhuma renda.	1,92%
Até R\$ 998,00.	9,63%
<b>De R\$ 998,01 até R\$ 1.497,00.</b>	<b>22,84%</b>
De R\$ 1.497,01 até R\$ 1.996,00.	12,03%
De R\$ 1.996,01 até R\$ 2.495,00.	13,10%
De R\$ 2.495,01 até R\$ 2.994,00.	6,63%
De R\$ 2.994,01 até R\$ 3.992,00.	9,48%
De R\$ 3.992,01 até R\$ 4.990,00.	5,98%
De R\$ 4.990,01 até R\$ 5.988,00.	4,50%
De R\$ 5.988,01 até R\$ 6.986,00.	2,46%
De R\$ 6.986,01 até R\$ 7.984,00.	1,78%
De R\$ 7.984,01 até R\$ 8.982,00.	1,34%
De R\$ 8.982,01 até R\$ 9.980,00.	1,35%
De R\$ 9.980,01 até R\$ 11.976,00.	1,98%
De R\$ 11.976,01 até R\$ 14.970,00.	1,58%
De R\$ 14.970,01 até R\$ 19.960,00.	1,40%
Mais de R\$ 19.960,00.	2,01%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Tabela 8 – Celular**

Na sua residência tem telefone celular?	
Não.	1,40%
Sim, um.	13,74%
Sim, dois.	25,92%
<b>Sim, três.</b>	<b>32,80%</b>
Sim, quatro ou mais.	26,14%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Tabela 9 – Computador**

Na sua residência tem computador?	
Não.	30,18%
<b>Sim, um.</b>	<b>52,86%</b>
Sim, dois.	11,55%
Sim, três.	3,71%
Sim, quatro ou mais.	1,70%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Tabela 10 – Internet**

Na sua residência tem acesso à Internet?	
Não	10,31%
<b>Sim</b>	<b>89,61%</b>

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

Todos esses dados mesmo não estando diretamente ligado ao resultado obtido pelos candidatos nas questões de Química, mostram um pouco da realidade e dificuldades que os candidatos enfrentam em sua vida pessoal e escolar.

A primeira tabela já mostra um dado interessante, o percentual de candidatos presentes na prova, apenas 71,59% dos inscritos compareceram no dia de aplicação da prova, isso pode mostrar dificuldade de acesso ao local de



provas, desinteresse do candidato na avaliação e até mesmo desconhecimento da importância e função do ENEM.

Outro dado interessante na primeira tabela é a média de idade dos candidatos, que foi de 20,91 anos, um pouco alta se pensarmos que o ENEM é planejado para ser aplicado aos alunos que estão no Terceiro Ano do Ensino Médio, e a idade ideal para esta etapa é 17 ou 18 anos. Esse dado mostra que com a mudança da prova do ENEM, que a partir de 2009 passou a ser uma forma de ingresso em universidades, com a criação do SISU (Sistema de Seleção Unificada), a prova atrai muitos candidatos que pretendem ingressar no Ensino Superior. Com o mesmo raciocínio pode-se analisar as Tabelas 2 e 3, que mostram que a maioria dos alunos já concluiu o Ensino Médio.

As Tabelas 4 e 5 trazem a informação que apesar das mudanças do ENEM, a maioria dos candidatos são provenientes de escolas públicas (28,34%) e do ensino regular (99,67%). Isso pode ser explicado pelo fato de que muitas escolas privadas dão preferência e instruem seus alunos a prestarem vestibulares de faculdades que possuem um sistema de ingresso independente.

Analisando às quatro últimas tabelas que trazem dados sobre a condição financeira e acesso dos candidatos a algumas tecnologias nota-se que a maioria possui uma renda familiar mensal de R\$ 998,01 até R\$ 1.497,00, que corresponde a um salário mínimo da época para o Estado de São Paulo, que era de R\$ 1.163,55 (SÃO PAULO, 2019). Mesmo com uma renda mensal baixa, a grande maioria dos candidatos possuem acesso à Internet, e à aparelhos como celulares e computadores que podem facilitar o acesso às informações e facilitar o estudo e a preparação para a prova.

As questões foram separadas por Competência para facilitar a análise. Além disso, as análises se basearam em 4 categorias descritas no quadro a seguir, retirado da obra de Silva e Souza 2018.

**Figura 1 – Quadro categorias de análise**

<b>CATEGORIAS DE ANÁLISE</b>	<b>HABILIDADE</b>
Domínio de linguagens (símbolos, textos discursivos, gráficos, tabelas, relações matemáticas, códigos, nomenclatura)	H17, H24
Compreensão de fenômenos (processos, transformações, obtenção, causa e efeito, produção, relação)	H1, H5, H6, H8, H9, H14, H16, H18, H20, H22, H25, H28
Construção de argumentação (uso de informações para construção de argumentos)	H3, H11, H12, H13, H15, H19, H23, H26, H30
Elaboração ou avaliação de propostas de intervenções sociais	H4, H27

**Fonte:** SILVA; SOUZA, 2018, p. 127.

A seguir são apresentadas as questões selecionadas com conteúdo de química, com suas respectivas Competências e Habilidades, juntamente com um quadro que traz a porcentagem que cada alternativa foi marcada, incluindo dupla marcação ou nenhuma marcação, e a porcentagem das respostas corretas e erradas.

As alternativas que são as respostas corretas estão destacadas em azul, o percentual de candidatos que acertaram a questão está destacado em verde e o percentual de erro está destacado em vermelho.

**Questões com a competência de área 2 –** Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos.

## Figura 2 – Questão 129

### Questão 129

Um dos parâmetros de controle de qualidade de polpas de frutas destinadas ao consumo como bebida é a acidez total expressa em ácido cítrico, que corresponde à massa dessa substância em 100 gramas de polpa de fruta. O ácido cítrico é uma molécula orgânica que apresenta três hidrogênios ionizáveis (ácido triprótico) e massa molar  $192 \text{ g mol}^{-1}$ . O quadro indica o valor mínimo desse parâmetro de qualidade para polpas comerciais de algumas frutas.

Polpa de fruta	Valor mínimo da acidez total expressa em ácido cítrico (g/100 g)
Acerola	0,8
Caju	0,3
Cupuaçu	1,5
Graviola	0,6
Maracujá	2,5

A acidez total expressa em ácido cítrico de uma amostra comercial de polpa de fruta foi determinada. No procedimento, adicionou-se água destilada a 2,2 g da amostra e, após a solubilização do ácido cítrico, o sólido remanescente foi filtrado. A solução obtida foi titulada com solução de hidróxido de sódio  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ , em que se consumiram 24 mL da solução básica (titulante).

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução normativa n. 1, de 7 de janeiro de 2000**. Disponível em: [www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br). Acesso em: 9 maio 2019 (adaptado).

Entre as listadas, a amostra analisada pode ser de qual polpa de fruta?

- A) Apenas caju.
- B) Apenas maracujá.
- C) Caju ou graviola.
- D) Acerola ou cupuaçu.
- E) Cupuaçu ou graviola.

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 15

**H7** – Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida.

**Tabela 11 – Índice de respostas dos candidatos**

A	12,48%
B	34,25%
C	27,19%
D	16,00%
E	9,78%
Não respondeu	0,24%
Respondeu 2 alternativas	0,06%
Acertou	27,19%
Errou	72,81%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

Apenas uma questão com a competência de área 2 foi aplicada no ENEM em 2019 com conteúdo de química, a habilidade trabalhada foi a 7, e teve um alto índice de erro (72,81%).

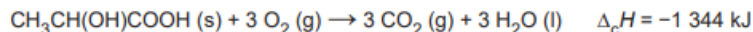
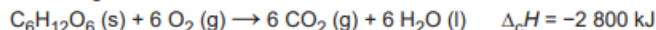
É necessário destacar que as questões podem conter mais exigências do que aquelas que foram destacadas na competência e habilidade específicas da questão (SILVA; SOUZA, 2018). É o caso desta questão que além do que está descrito na habilidade que seria envolver parâmetros de comparação entre produtos, é cobrado também um conhecimento sobre concentração de reagentes e cálculos de titulação, fatores que podem ter confundido os alunos e aumentado o número de erros.

**Questões com a Competência de área 3 –** Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos.

### Figura 3 – Questão 95

#### Questão 95

Glicólise é um processo que ocorre nas células, convertendo glicose em piruvato. Durante a prática de exercícios físicos que demandam grande quantidade de esforço, a glicose é completamente oxidada na presença de  $O_2$ . Entretanto, em alguns casos, as células musculares podem sofrer um déficit de  $O_2$  e a glicose ser convertida em duas moléculas de ácido láctico. As equações termoquímicas para a combustão da glicose e do ácido láctico são, respectivamente, mostradas a seguir:



O processo anaeróbico é menos vantajoso energeticamente porque

- A libera 112 kJ por mol de glicose.
- B libera 467 kJ por mol de glicose.
- C libera 2 688 kJ por mol de glicose.
- D absorve 1 344 kJ por mol de glicose.
- E absorve 2 800 kJ por mol de glicose.

Fonte: Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 3

**H9** – Compreender a importância dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo energia para a vida, ou da ação de agentes ou fenômenos que podem causar alterações nesses processos.

**Tabela 12** – Índice de respostas dos candidatos

A	17,54%
B	22,36%
C	20,75%
D	23,67%
E	15,36%
Não respondeu	0,26%
Respondeu 2 alternativas	0,06%
Acertou	17,54%
Errou	82,46%

Fonte: Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

## Figura 4 – Questão 104

### Questão 104

Algumas toneladas de medicamentos para uso humano e veterinário são produzidas por ano. Os fármacos são desenvolvidos para serem estáveis, mantendo suas propriedades químicas de forma a atender a um propósito terapêutico. Após o consumo de fármacos, parte de sua dosagem é excretada de forma inalterada, persistindo no meio ambiente. Em todo o mundo, antibióticos, hormônios, anestésicos, anti-inflamatórios, entre outros, são detectados em concentrações preocupantes no esgoto doméstico, em águas superficiais e de subsolo. Dessa forma, a ocorrência de fármacos residuais no meio ambiente pode apresentar efeitos adversos em organismos aquáticos e terrestres.

BILA, D. M.; DEZÓTTI, M. Fármacos no meio ambiente. *Química Nova*, v. 26, n. 4, ago. 2003 (adaptado).

Qual ação minimiza a permanência desses contaminantes nos recursos hídricos?

- A Utilização de esterco como fertilizante na agricultura.
- B Ampliação das redes de coleta de esgoto na zona urbana.
- C Descarte dos medicamentos fora do prazo de validade em lixões.
- D Desenvolvimento de novos processos nas estações de tratamento de efluentes.
- E Reúso dos lodos provenientes das estações de tratamento de esgoto na agricultura.

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 6

**H12** – Avaliar impactos em ambientes naturais decorrentes de atividades sociais ou econômicas, considerando interesses contraditórios.

**Tabela 13** – Índice de respostas dos candidatos

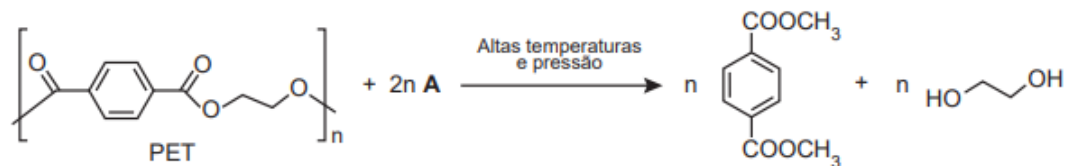
A	5,69%
B	22,11%
C	10,93%
D	54,85%
E	6,29%
Não respondeu	0,08%
Respondeu 2 alternativas	0,06%
Acertou	54,85%
Errou	45,15%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

## Figura 5 – Questão 124

### 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

- A metano.
- B metanol.
- C éter metílico.
- D ácido etanoico.
- E anidrido etanoico.

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 13

**H8** – Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos.

**Tabela 14** – Índice de respostas dos candidatos

A	16,47%
B	24,79%
C	20,44%
D	28,54%
E	9,57%
Não respondeu	0,14%
Respondeu 2 alternativas	0,05%
Acertou	24,79%
Errou	75,21%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

A Competência 3 teve três questões e cada uma cobrou uma habilidade específica. A questão que trabalhou a Habilidade 9 teve alto índice de erro de 82,46%, além dos conceitos descritos na habilidade a questão apresenta equações químicas, e envolve cálculos de variação de entalpia.

Trabalhando a Habilidade 8 a questão 124 também apresentou um alto índice de erro (75,21%), que pode estar relacionado novamente a equação

química representada e que desta vez traz a representação das moléculas ao invés de apenas a fórmula molecular.

O fato de o foco de muitos professores do ensino médio priorizarem o uso de equações para representar equações químicas, mas deixar de lado os fenômenos que estão envolvidos nessas reações pode gerar nos alunos conceitos diferentes dos científicos, os levando ao erro. (NUÑEZ, 2018).

Em contrapartida, a questão que teve como foco a Habilidade 12 teve o menor índice de erro que foi de 45,15%, a habilidade trata de impactos no meio ambiente fator que é muito trabalhado e priorizado no ensino público do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2019), assim a maioria dos alunos pode ter se sentido mais segura e familiarizada com este estilo questão, vale destacar também que ela não envolve cálculo, o que pode facilitar a resolução dos candidatos.

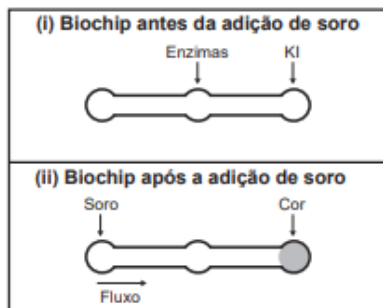
**Questões com a Competência de área 5 – Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos.**



## Figura 6 – Questão 103

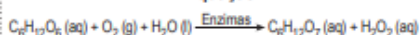
### Questão 103

Estudos mostram o desenvolvimento de biochips utilizados para auxiliar o diagnóstico de diabetes melito, doença evidenciada pelo excesso de glicose no organismo. O teste é simples e consiste em duas reações sequenciais na superfície do biochip, entre a amostra de soro sanguíneo do paciente, enzimas específicas e reagente (iodeto de potássio, KI), conforme mostrado na imagem.



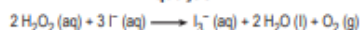
Após a adição de soro sanguíneo, o fluxo desloca-se espontaneamente da esquerda para a direita (ii) promovendo reações sequenciais, conforme as equações 1 e 2. Na primeira, há conversão de glicose do sangue em ácido glucônico, gerando peróxido de hidrogênio:

#### Equação 1



Na segunda, o peróxido de hidrogênio reage com íons iodeto gerando o íon tri-iodeto, água e oxigênio.

#### Equação 2



GARCIA, P. T. et al. A Handheld Stamping Process to Fabricate Microfluidic Paper-Based Analytical Devices with Chemically Modified Surface for Clinical Assays. *RSC Advances*, v. 4, 13 ago. 2014 (adaptado).

O tipo de reação que ocorre na superfície do biochip, nas duas reações do processo, é

- A análise.
- B síntese.
- C oxirredução.
- D complexação.
- E ácido-base.

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 5

**H19** – Avaliar métodos, processos ou procedimentos das ciências naturais que contribuam para diagnosticar ou solucionar problemas de ordem social, econômica ou ambiental.

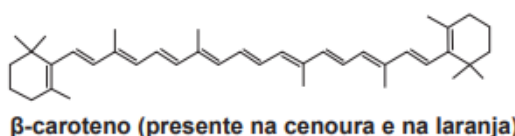
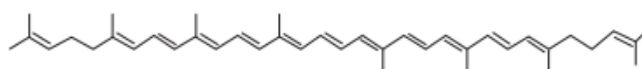
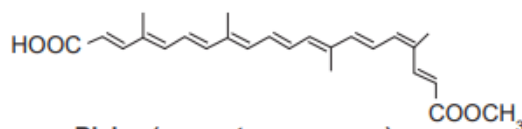
**Tabela 15 – Índice de respostas dos candidatos**

A	13,65%
B	23,79%
C	37,75%
D	11,36%
E	13,29%
Não respondeu	0,12%
Respondeu 2 alternativas	0,05%
Acertou	37,75%
Errou	62,25%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Figura 7 – Questão 120****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.

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

- A** cadeia conjugada.
- B** cadeia ramificada.
- C** átomos de carbonos terciários.
- D** ligações duplas de configuração cis.
- E** átomos de carbonos de hibridação  $sp^3$ .

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 11

**H18** – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.

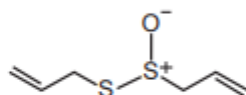
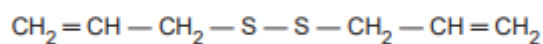
**Tabela 16 – Índice de respostas dos candidatos**

A	13,11%
B	37,37%
C	17,00%
D	23,12%
E	9,24%
Não respondeu	0,11%
Respondeu 2 alternativas	0,05%
Acertou	13,11%
Errou	86,89%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Figura 8 – Questão 122****Questão 122**

O odor que permanece nas mãos após o contato com alho pode ser eliminado pela utilização de um “sabonete de aço inoxidável”, constituído de aço inox (74%), cromo e níquel. A principal vantagem desse “sabonete” é que ele não se desgasta com o uso. Considere que a principal substância responsável pelo odor de alho é a alicina (estrutura I) e que, para que o odor seja eliminado, ela seja transformada na estrutura II.

**Estrutura I****Estrutura II**

Na conversão de I em II, o “sabonete” atuará como um

- A ácido.
- B redutor.
- C eletrólito.
- D tensoativo.
- E catalisador.

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 12

**H18** – Relacionar propriedades físicas, químicas ou biológicas de produtos, sistemas ou procedimentos tecnológicos às finalidades a que se destinam.

**Tabela 17 – Índice de respostas dos candidatos**

A	15,33%
B	33,10%
C	11,49%
D	9,31%
E	30,63%
Não respondeu	0,09%
Respondeu 2 alternativas	0,06%
Acertou	30,63%
Errou	69,37%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Figura 9 – Questão 128****Questão 128**

Em 1808, Dalton publicou o seu famoso livro intitulado *Um novo sistema de filosofia química* (do original *A New System of Chemical Philosophy*), no qual continha os cinco postulados que serviam como alicerce da primeira teoria atômica da matéria fundamentada no método científico. Esses postulados são numerados a seguir:

1. A matéria é constituída de átomos indivisíveis.
2. Todos os átomos de um dado elemento químico são idênticos em massa e em todas as outras propriedades.
3. Diferentes elementos químicos têm diferentes tipos de átomos; em particular, seus átomos têm diferentes massas.
4. Os átomos são indestrutíveis e nas reações químicas mantêm suas identidades.
5. Átomos de elementos combinam com átomos de outros elementos em proporções de números inteiros pequenos para formar compostos.

Após o modelo de Dalton, outros modelos baseados em outros dados experimentais evidenciaram, entre outras coisas, a natureza elétrica da matéria, a composição e organização do átomo e a quantização da energia no modelo atômico.

OXTOBY, D. W.; GILLIS, H. P.; BUTLER, L. J. *Principles of Modern Chemistry*. Boston: Cengage Learning, 2012 (adaptado).

Com base no modelo atual que descreve o átomo, qual dos postulados de Dalton ainda é considerado correto?

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

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 14

**H17** – Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica.

**Tabela 18** – Índice de respostas dos candidatos

A	16,40%
B	10,33%
C	42,81%
D	11,38%
E	18,91%
Não respondeu	0,11%
Respondeu 2 alternativas	0,07%
Acertou	18,91%
Errou	81,09%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

Quatro questões são trabalhadas com a Competência de área 5, sendo 2 relacionadas com a Habilidade 18, 1 com a Habilidade 17 e 1 com a Habilidade 19.

As duas questões que trabalham a Habilidade 18 apresentaram elevado índice de erro (questão 120 86,89% e questão 122 69,37%), esta habilidade foca em relacionar as propriedades dos produtos com a finalidade a que se destinam. Os erros nessas questões podem estar relacionados com a fragmentação dos conteúdos durante o ensino de Química, que muitas vezes não conseguem relacionar os conteúdos entre si (RAVILOLO *et. al*, 2000).

A questão com a Habilidade 17 também apresentou muitos erros (81,09%), pode-se levar em consideração a dificuldade de interpretação de texto por parte dos candidatos, já que a questão é toda baseada em texto discursivo. (QUADROS, *et. al*, 2011).

Trabalhando a Habilidade 19 a questão 103 apresenta as dificuldades de representações de equações químicas, fato já citado anteriormente.

**Questões com a Competência de área 6** – Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

### Figura 10 – Questão 105

#### Questão 105

Um teste de laboratório permite identificar alguns cátions metálicos ao introduzir uma pequena quantidade do material de interesse em uma chama de bico de Bunsen para, em seguida, observar a cor da luz emitida.

A cor observada é proveniente da emissão de radiação eletromagnética ao ocorrer a

- A mudança da fase sólida para a fase líquida do elemento metálico.
- combustão dos cátions metálicos provocada pelas moléculas de oxigênio da atmosfera.
- diminuição da energia cinética dos elétrons em uma mesma órbita na eletrosfera atômica.
- transição eletrônica de um nível mais externo para outro mais interno na eletrosfera atômica.
- promoção dos elétrons que se encontram no estado fundamental de energia para níveis mais energéticos.

Fonte: Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 6

**H22** – Compreender fenômenos decorrentes da interação entre a radiação e a matéria em suas manifestações em processos naturais ou tecnológicos, ou em suas implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais.

**Tabela 19** – Índice de respostas dos candidatos

A	13,47%
B	34,97%
C	9,72%
D	19,33%
E	22,33%
Não respondeu	0,13%
Respondeu 2 alternativas	0,06%
Acertou	19,33%
Errou	80,67%

Fonte: Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

## Figura 11 – Questão 112

### 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

- A suas densidades são maiores.
- B o número de ramificações é maior.
- C sua solubilidade no petróleo é maior.
- D as forças intermoleculares são mais intensas.
- E a cadeia carbônica é mais difícil de ser quebrada.

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 8

**H23** – Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.

**Tabela 20** – Índice de respostas dos candidatos

A	27,36%
B	9,59%
C	11,81%
D	18,96%
E	32,12%
Não respondeu	0,08%
Respondeu 2 alternativas	0,08%
Acertou	18,96%
Errou	81,04%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

Embora a Competência 6 esteja mais diretamente ligada ao conteúdo de Física, como visto neste trabalho as questões do ENEM podem envolver vários conceitos e conteúdos, pois, a prova é pensada em um contexto de interdisciplinaridade (ANTUNES, 2014).

Duas questões foram selecionadas referentes a essa Competência por estarem relacionadas também a conteúdos de química do ensino médio. Ambas as questões apresentaram uma porcentagem de erro superior a 80% (81,04% e 80,67%), que pode estar ligado a fragmentação dos conteúdos no momento de ensino, ou seja, os conteúdos são muitas vezes isolados uns dos outros, (RAVILOLO *et. al*, 2000) fato que vai de encontro com os ideais do ENEM.

**Questões com a Competência de área 7** – Apropriar-se de conhecimentos da química para, em situações-problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico-tecnológicas.

**Figura 12 – Questão 91**

**Questão 91**

Para realizar o desentupimento de tubulações de esgotos residenciais, é utilizada uma mistura sólida comercial que contém hidróxido de sódio (NaOH) e outra espécie química pulverizada. Quando é adicionada água a essa mistura, ocorre uma reação que libera gás hidrogênio e energia na forma de calor, aumentando a eficiência do processo de desentupimento. Considere os potenciais padrão de redução ( $E^\circ$ ) da água e de outras espécies em meio básico, expressos no quadro.

Semirreação de redução	$E^\circ$ (V)
$2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$	-0,83
$\text{Co}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Co} + 2 \text{OH}^-$	-0,73
$\text{Cu}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu} + 2 \text{OH}^-$	-0,22
$\text{PbO} + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Pb} + 2 \text{OH}^-$	-0,58
$\text{Al}(\text{OH})_4^- + 3 \text{e}^- \rightarrow \text{Al} + 4 \text{OH}^-$	-2,33
$\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Fe} + 2 \text{OH}^-$	-0,88

Qual é a outra espécie que está presente na composição da mistura sólida comercial para aumentar sua eficiência?

- A Al
- B Co
- C  $\text{Cu}(\text{OH})_2$
- D  $\text{Fe}(\text{OH})_2$
- E Pb

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 2



**H27** – Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios.

**Tabela 21** – Índice de respostas dos candidatos

A	32,86%
B	10,22%
C	30,62%
D	18,26%
E	7,79%
Não respondeu	0,18%
Respondeu 2 alternativas	0,06%
Acertou	32,86%
Errou	67,14%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Figura 13** – Questão 108

**Questão 108**

Por terem camada de valência completa, alta energia de ionização e afinidade eletrônica praticamente nula, considerou-se por muito tempo que os gases nobres não formariam compostos químicos. Porém, em 1962, foi realizada com sucesso a reação entre o xenônio (camada de valência  $5s^25p^6$ ) e o hexafluoreto de platina e, desde então, mais compostos novos de gases nobres vêm sendo sintetizados. Tais compostos demonstram que não se pode aceitar acriticamente a regra do octeto, na qual se considera que, numa ligação química, os átomos tendem a adquirir estabilidade assumindo a configuração eletrônica de gás nobre. Dentre os compostos conhecidos, um dos mais estáveis é o difluoreto de xenônio, no qual dois átomos do halogênio flúor (camada de valência  $2s^22p^5$ ) se ligam covalentemente ao átomo de gás nobre para ficarem com oito elétrons de valência.

Ao se escrever a fórmula de Lewis do composto de xenônio citado, quantos elétrons na camada de valência haverá no átomo do gás nobre?

- A** 6
- B** 8
- C** 10
- D** 12
- E** 14

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 7

**H24** – Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

**Tabela 22** – Índice de respostas dos candidatos

A	16,75%
B	40,28%
C	18,83%
D	14,12%
E	9,83%
Não respondeu	0,13%
Respondeu 2 alternativas	0,05%
Acertou	18,83%
Errou	81,17%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Figura 14** – Questão 115

**Questão 115**

O concreto utilizado na construção civil é um material formado por cimento misturado a areia, a brita e a água. A areia é normalmente extraída de leitos de rios e a brita, oriunda da fragmentação de rochas. Impactos ambientais gerados no uso do concreto estão associados à extração de recursos minerais e ao descarte indiscriminado desse material. Na tentativa de reverter esse quadro, foi proposta a utilização de concreto reciclado moído em substituição ao particulado rochoso graúdo na fabricação de novo concreto, obtendo um material com as mesmas propriedades que o anterior.

O benefício ambiental gerado nessa proposta é a redução do(a)

- A** extração da brita.
- B** extração de areia.
- C** consumo de água.
- D** consumo de concreto.
- E** fabricação de cimento.

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 9

**H26** – Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos.

**Tabela 23** – Índice de respostas dos candidatos

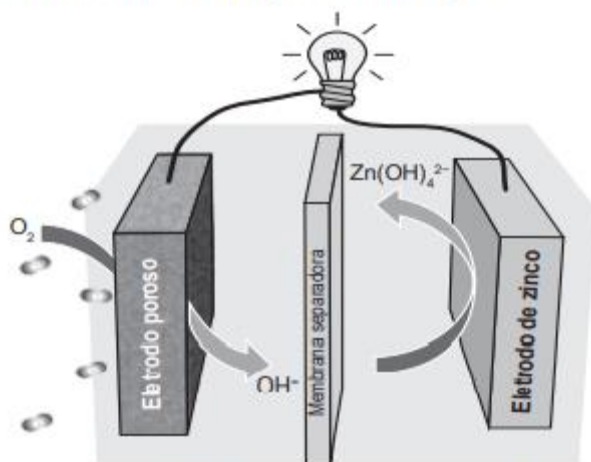
A	50,51%
B	11,84%
C	9,84%
D	16,12%
E	11,55%
Não respondeu	0,08%
Respondeu 2 alternativas	0,06%
Acertou	50,51%
Errou	49,49%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

## Figura 15 – Questão 118

### Questão 118

Grupos de pesquisa em todo o mundo vêm buscando soluções inovadoras, visando a produção de dispositivos para a geração de energia elétrica. Dentre eles, pode-se destacar as baterias de zinco-ar, que combinam o oxigênio atmosférico e o metal zinco em um eletrólito aquoso de caráter alcalino. O esquema de funcionamento da bateria zinco-ar está apresentado na figura.



LI, Y.; DAI, H. Recent Advances in Zinc–Air Batteries. *Chemical Society Reviews*, v. 43, n. 15, 2014 (adaptado).

No funcionamento da bateria, a espécie química formada no ânodo é

- A  $\text{H}_2$  (g).
- B  $\text{O}_2$  (g).
- C  $\text{H}_2\text{O}$  (l).
- D  $\text{OH}^-$  (aq).
- E  $\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$  (aq).

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 10

**H25** – Caracterizar materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos ou implicações biológicas, sociais, econômicas ou ambientais de sua obtenção ou produção.

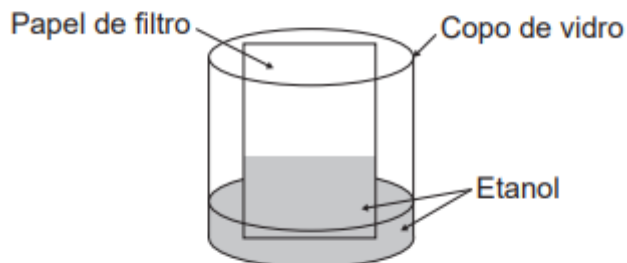
**Tabela 24 – Índice de respostas dos candidatos**

A	8,08%
B	10,23%
C	9,82%
D	21,42%
E	50,26%
Não respondeu	0,12%
Respondeu 2 alternativas	0,07%
Acertou	50,26%
Errou	49,74%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Figura 16 – Questão 134****Questão 134**

Um experimento simples, que pode ser realizado com materiais encontrados em casa, é realizado da seguinte forma: adiciona-se um volume de etanol em um copo de vidro e, em seguida, uma folha de papel. Com o passar do tempo, observa-se um comportamento peculiar: o etanol se desloca sobre a superfície do papel, superando a gravidade que o atrai no sentido oposto, como mostra a imagem. Para parte dos estudantes, isso ocorre por causa da absorção do líquido pelo papel.



Do ponto de vista científico, o que explica o movimento do líquido é a

- A** evaporação do líquido.
- B** diferença de densidades.
- C** reação química com o papel.
- D** capilaridade nos poros do papel.
- E** resistência ao escoamento do líquido.

**Fonte:** Caderno de prova Azul 2º dia ENEM 2019, p. 16

**H24** – Utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas.

**Tabela 25 – Índice de respostas dos candidatos**

A	16,16%
B	22,50%
C	20,03%
D	34,24%
E	6,92%
Não respondeu	0,08%
Respondeu 2 alternativas	0,06%
Acertou	34,24%
Errou	65,76%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

A Competência 7 está diretamente mente relacionada aos conteúdos de Química, por isso é a ela que contém o maior número de questões analisadas neste trabalho, com um total de 5 questões, sendo cobradas 4 Habilidades específicas.

Duas questões se basearam na Habilidade 24, que tem como foco a utilização de códigos e nomenclatura química. As duas apresentaram mais de 65% de erro (65,76% e 81,17%), o que destaca que os candidatos apresentam dificuldades em relacionar as representações e nomes com os conceitos químicos. (MENESES; NUÑEZ, 2018).

A questão que se relaciona com a Habilidade 25 teve um baixo índice de erro, abaixo dos 50% (49,74%), mostrando que a habilidade que visa a caracterização de substâncias químicas sua obtenção e produção, foi atingida pela maioria dos candidatos, novamente esta habilidade é muito trabalhado no Currículo Paulista e conceitos semelhantes são reforçados em muitas oportunidades, pois, se relaciona com aplicações sociais e econômicas. (SÃO PAULO, 2019). Fato esse que também pode explicar o bom desempenho dos candidatos na questão que trabalha a Habilidade 26 (49,49% de erro), que trata das implicações sociais, ambientais e econômicas de transformações químicas.

A última habilidade relacionada com conteúdos químicos é a Habilidade 27, cobrada na questão 91 (67,14% de erro), novamente além do foco central da habilidade que são propostas de intervenção no meio ambiente, a utilização de equações e conceitos como potencial de redução, que podem não ser bem compreendidos pelos candidatos. (MENESES; NUÑEZ, 2018).

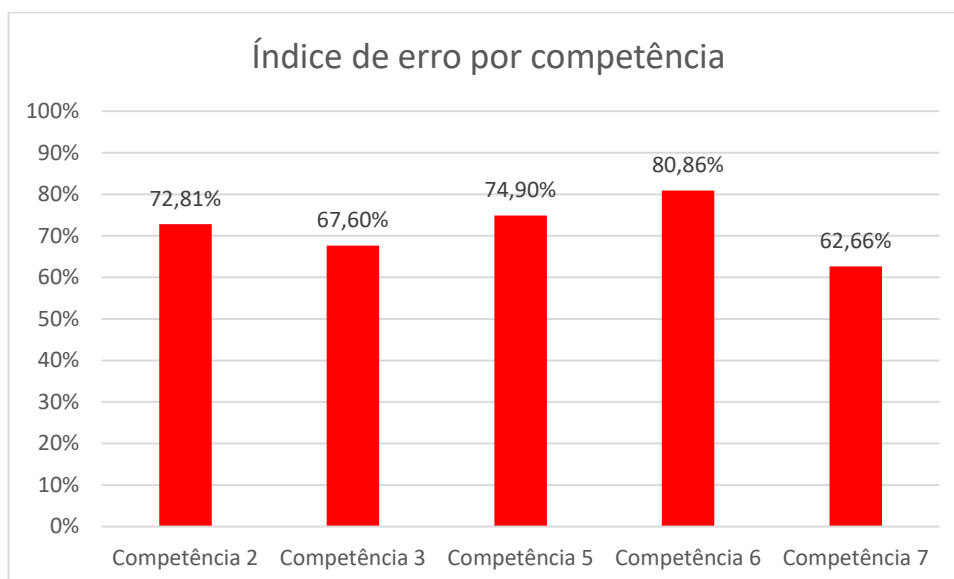
A seguir uma tabela que resume os resultados obtidos neste trabalho, a tabela mostra as questões investigadas com suas Competências e Habilidades específicas, juntamente com o percentual de candidatos que erraram e acertaram as questões. Os resultados são apresentados em ordem decrescente de acertos.

**Tabela 26** – Resumo das questões por Competência, Habilidade e percentuais de acertos e erros.

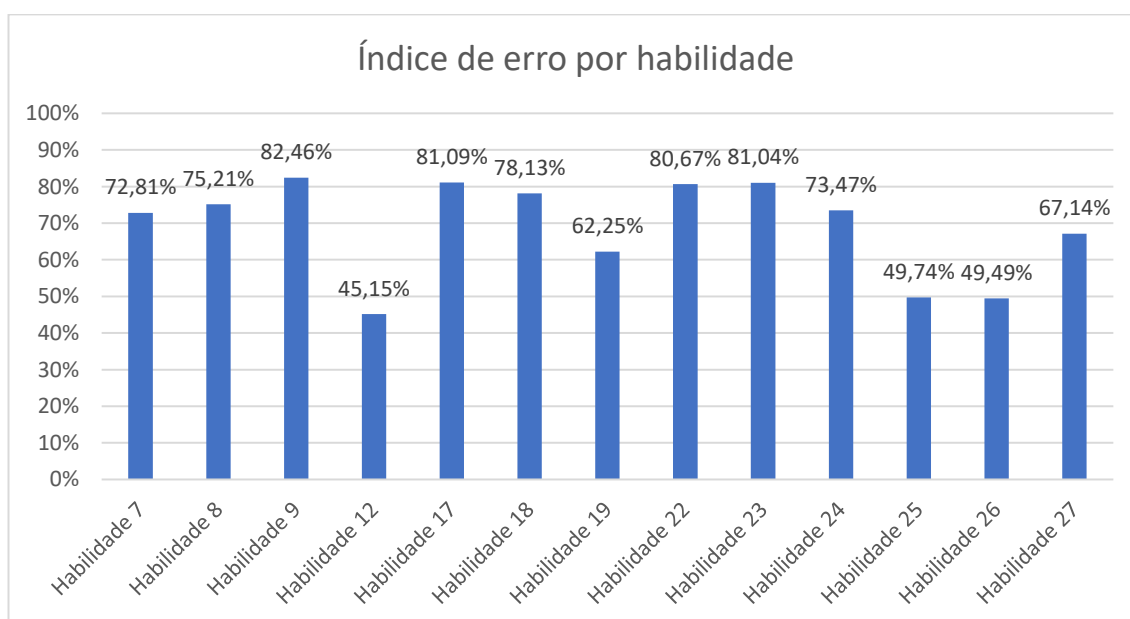
Questão do ENEM	Competência	Habilidade	Acerto	Erro
104	3	12	54,85%	45,15%
115	7	26	50,51%	49,49%
118	7	25	50,26%	49,74%
103	5	19	37,75%	62,25%
134	7	24	34,24%	65,76%
91	7	27	32,86%	67,14%
122	5	18	30,63%	69,37%
129	2	7	27,19%	72,81%
124	3	8	24,79%	75,21%
105	6	22	19,33%	80,67%
112	6	23	18,96%	81,04%
128	5	17	18,91%	81,09%
108	7	24	18,83%	81,17%
95	3	9	17,54%	82,46%
120	5	18	13,11%	86,89%

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

Finalizando a análise de dados e discussão, os dados obtidos foram organizados em gráficos, com a porcentagem de erro, as questões foram agrupadas por competências e habilidades.

**Gráfico 1 – Índice de erro por Competência**

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

**Gráfico 2 – Índice de erro por Habilidade**

**Fonte:** Elaboração própria com base nos microdados do ENEM 2019.

Analisando o Gráfico 1 nota-se que a Competência 6 teve a maior porcentagem de erro acima de 80% (80,86%), essa habilidade foca em conteúdos físicos, mas como já foi visto, as questões do ENEM não se limitam as habilidades e competências descritas em sua matriz de referência, mas podem envolver diversos outros aspectos e conteúdos. Destaca-se também que



a competência com o menor índice de erro foi a Competência 7 (62,66%) que trata justamente de conceitos relacionados diretamente com a Química.

Já o Gráfico 2 mostra que a habilidade com maior índice de erro foi a Habilidade 9 (82,46%) que trata principalmente dos ciclos biogeoquímicos ou do fluxo de energia para a vida, mostrando novamente a questão da interdisciplinaridade e como este fato pode confundir os candidatos.

Ainda analisando o Gráfico 2, vale o destaque para as Habilidades 12, 25 e 26 que apresentaram um índice de erro abaixo dos 50% (45,15%, 49,74% e 49,49% respectivamente), ou seja, a maioria dos candidatos acertou as questões que trabalhavam essas habilidades. As três Habilidades abordam temas em comum, como impactos ambientais e socioeconômicos, fato que pode mostrar novamente que o foco do Currículo Paulista que enfatiza esses aspectos, influencia positivamente o desempenho dos candidatos em questões com essa temática.

## Conclusão

Após toda a análise e mensuração dos erros e acertos dos candidatos, nota-se que ainda há uma grande dificuldade dos alunos paulistas com as questões de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, no caso específico deste trabalho na área de Química, visto que poucas questões atingiram os 50% de acerto.

Destacou-se a grande quantidade de erros em questões que envolviam relacionar equações e símbolos químicos com os conceitos, interpretação de texto e identificação de termos específicos e cálculos. Estes fatos como vistos podem ser justificados ao se olhar para o planejamento e currículo que a maioria das escolas no Estado de São Paulo segue, que foca em aplicações de processos químicos no âmbito social, ambiental e econômico, mas que muitas vezes não foca no conteúdo científico que embasa aspectos mais técnico dos processos químicos. Isso implica que, se por um lado, os alunos saem do ensino médio conhecendo várias aplicações da química na sociedade e meio ambiente, por outro, desconhecem os princípios científicos que tornam essas aplicações possíveis.

Estudos como realizado neste trabalho podem ajudar a esclarecer os elementos que apresentam maior dificuldade, para os alunos, no momento de resolver as questões em provas como o ENEM. Tais informações são extremamente relevantes para a adequação dos currículos, para definição dos objetivos de aprendizagem nos projetos pedagógicos e, de maneira geral, para o desenvolvimento de soluções para melhorar a qualidade do ensino médio brasileiro.

Utilizando trabalhos com a mesma finalidade deste para as outras áreas de ensino, poderia ser feito mapeamento das dificuldades dos alunos, o que poderia nortear mudanças e adaptações nos currículos e enfoques de ensino no Brasil, quem sabe assim melhorando o desempenho dos alunos em avaliações como o ENEM.

## Referências

- ANTUNES, M. T. (ed.). **Ser Protagonista Química: Competências ENEM**. 1 ed. São Paulo. Edições SM LTDA, 2014. 80p. (Coleção Ser Protagonista).
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação. Brasília. 2019. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em 20 jun. 2021.
- BRASIL. **Matriz de Referência do ENEM 2019**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP. Ministério da Educação. Brasília. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enem>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- BRASIL. **Microdados do ENEM 2019**. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, INEP. Ministério da Educação. Brasília. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/microdados/enem>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- FLICK, U. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes**. Porto Alegre. Penso. 2013. 256 p.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo. Atlas. 2008. 200 p.
- MENESES, F.M.G; NUÑEZ, I.B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Ciênc. Educ.**, v. 24, n. 1, Bauru, p. 175-190, 2018.
- QUADROS, A. L. *et al.* Ensinar e Aprender Química: a percepção dos professores do Ensino Médio. **Educar em Revista**. n. 40, p. 159-176. abr-jun. 2011.
- RAVILOLO, A.; SIRACUSA, P.; HERBEL, M. Desarrollo de actitudes hacia el cuidado de la energía: Experiencia en la formación de maestros. **Enseñanza de las Ciencias**. v. 18, n. 1, p. 79-86. 2000.
- SÃO PAULO. **Salário mínimo paulista segue maior que o piso nacional**. Governo do Estado de São Paulo. 2019. Disponível em: <https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/salario-minimo-paulista-segue-maior-do-que-o-piso-nacional/>. Acesso em 20 jun. 2021.
- SÃO PAULO. **Currículo Paulista Etapa Ensino Médio**. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. São Paulo. 2019. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- SILVA, R. C. F.; SOUZA, V. C. A. Investigação das Habilidades e Competências trazidas nas questões de Química do ENEM 2009-2017 a partir da análise de conteúdo. **Revista Ciências e Ideias**. v. 9, n. 3, set.-dez. 2018
- SILVEIRA, F. L.; BARBOSA, M. C. B.; SILVA, R. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): Uma Análise Crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 37, n. 1, 1101. Porto Alegre. 2015.