



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

ASPECTOS REPRESENTACIONAIS E TEXTUAIS NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA: UM OLHAR SOBRE OS ITENS DO ENEM

ROBSON FÁGNER RAMOS DE ARAÚJO

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2017

ROBSON FÁGNER RAMOS DE ARAÚJO

**ASPECTOS REPRESENTACIONAIS E TEXTUAIS NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA
NATUREZA: UM OLHAR SOBRE OS ITENS DO ENEM**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Edson José Wartha

SÃO CRISTÓVÃO – SE

2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

A663a Araújo, Robson Fágner Ramos de
Aspectos representacionais e textuais na área de ciências da natureza : um olhar sobre os itens do ENEM / Robson Fágner Ramos de Araújo; orientador Edson José Wartha. – São Cristóvão, 2017.
152 f. ; il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Ensino de ciências. 2. Professores - Formação. 3. Pesquisa quantitativa. 4. Políticas públicas. I. Wartha, Edson José, orient. II. Título.

CDU: 5:377.8



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - PPGEICIMA



**ASPECTOS REPRESENTACIONAIS E TEXTUAIS NA ÁREA DE CIÊNCIAS
DA NATUREZA: UM OLHAR SOBRE OS ITENS DO ENEM**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM
14 DE FEVEREIRO DE 2017


PROF. DR. EDSON JOSÉ WARTHA


PROF. DR. ULISSES VIEIRA GUIMARÃES


PROF. DR. CELSO JOSÉ VIANA BARBOSA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que ajudou-me a vencer a mais uma etapa do meu sonho, sem sua contribuição simplesmente não seria possível. A Ele meu muito obrigado!

Neste momento sinto uma mistura de dois sentimentos fundamentais, a gratidão e o amor, ao dedicar aos meus, Pais Maria Luciene e Manoel Edimilson, aos meus avós maternos Severina e João Antônio), o fruto de minha luta. Com eles aprendi a sonhar, a ir mais além. A estes o meu muito obrigado, por sempre fazerem parte da minha história.

Agradeço a minha esposa Lídia Ramos pelos incentivos e apoio em todos os momentos, sem ela a jornada seria árdua, uma vez que é da dificuldade que aprendemos a sonhar e a nunca desistir.

A meu filho Augusto concebido durante essa jornada e já vem trazendo tanta luz para minha vida, um amor especial.

Agradeço a minhas irmãs Luciana e Juliana pelo carinho, amor e paciência que sempre me deram nesta jornada.

Agradeço a todos e todas minhas tias e tios, pelos incentivos e discordâncias nas decisões tomadas e absorvidas como um aprendizado de sobrinho, meu muitos obrigado.

Agradeço de forma especial, a todas as pessoas que fizeram parte no meu percurso acadêmico na UFS, principalmente ao Prof. Dr. Edson José Wartha (orientador) por ter me influenciado positivamente com seus ensinamentos voltados à educação em ciências e por fazer parte da minha formação acadêmica, contribuindo de forma grandiosa na construção de um ensino mais humanizado e ético.

Aos professores Dr. Celso José Barbosa Vianna e Dr. Ulisses Vieira Guimaraes pela valiosa contribuição nessa pesquisa. Meu muito obrigado.

A Universidade Federal de Sergipe (UFS) e ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECIMA) pela oportunidade de crescimento profissional e a FAPITEC pela Bolsa de mestrado no período de 2015 a 2017.

ASPECTOS REPRESENTACIONAIS E TEXTUAIS NA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA: UM OLHAR SOBRE OS ITENS DO ENEM

RESUMO

Esta pesquisa procura verificar se os aspectos representacionais e os aspectos textuais são determinantes no desempenho em questões do Exame Nacional do Ensino Médio na área Ciências Naturais que realizaram a prova nos anos de 2012, 2013 e 2014. Esta pesquisa é realizada por meio de análise estatística descritiva do desempenho em questões previamente selecionadas com o cruzamento dos dados destas questões com as variáveis do questionário socioeconômico. Os resultados indicam que tanto os aspectos representacionais como os aspectos textuais estatisticamente não se pode identifica-los como fatores determinantes no desempenho escolar. Nas questões analisadas e no cruzamento com os dados socioeconômicos o fator que mais se destaca estatisticamente como determinante do desempenho é o fator renda familiar.

Palavras-chaves: desempenho escolar; aspectos representacionais; aspectos textuais.

REPRESENTATION AND TEXTUAL ASPECTS IN THE AREA OF SCIENCE OF NATURE: A LOOK AT THE ENEM'S ITEMS

SUMMARY

This research tries to verify if the representational aspects and the textual aspects are determinant in the performance in questions of the National Exam of the High School in the area of Natural Sciences that took the test in the years of 2012, 2013 and 2014. This research is carried out through statistical analysis Descriptive analysis of the performance in previously selected questions with the crossing of the data of these questions with the variables of the socioeconomic questionnaire. The results indicate that both representational aspects and textual aspects can not be statistically identified as determining factors in school performance. In the analyzed questions and in the cross-referencing with socioeconomic data, the factor that most stands out statistically as a determinant of performance is the family income factor.

Keywords: school performance; Representational aspects; Textual aspects

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Triângulo base dos Focos de interesse da química.....	22
Figura 2 - Interrelações entre esses aspectos do conhecimento químico.	23
Figura 3 - Representação da questão 48 prova Azul de CN - ENEM – 2014.	42
Figura 4 - Esquema de interpretação do gráfico tipo Box-plot.	43
Figura 5 - Box-plot para variável escore (pontuação total na prova de CN) por dependência escolar .	50
Figura 6 - Box-plot para variável escore (pontuação total na prova de CN) por dependência escolar.	51
Figura 7 - Box-plot para variável escore (pontuação total na prova de CN) por dependência escolar .	51
Figura 8 - Maior percentagem de acertos dos itens.	54
Figura 9 - Itens prova Azul ENEM 2012	55
Figura 10 - Item prova Azul ENEM-2014.....	56
Figura 11 - Item prova Azul ENEM-2012.....	59
Figura 12 - Item prova Azul ENEM-2013.....	61
Figura 13 - Item prova Azul ENEM-2014.....	63
Figura 14 - Item prova Azul ENEM-2012.....	66
Figura 15 - Item prova Azul ENEM-2013.....	68

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Desempenho por sexo em percentagem de acerto nos itens das categorias I, II e III.....	71
Gráfico 2 - Desempenho nas categorias em função da escolaridade familiar nos itens de CN do Enem 2012 a 2014.....	72
Gráfico 3 - Desempenho nas categorias em função da renda familiar sobre os itens de CN no Enem 2012 a 2014.....	73

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 - Classificação em índice em percentagem de acertos dos itens pelos participantes.....43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Itens selecionados com as Competências e Habilidades	45
Tabela 2 - Itens selecionados com base nas Competências e Habilidades	46
Tabela 3 - Itens selecionados com as Competências e Habilidades	47
Tabela 4 - Quantidade de participantes da prova azul – ENEM.	49
Tabela 5 - Média da pontuação total na prova de CN.....	50
Tabela 6 - Índice de acerto em percentagem nos itens da Categoria I por ano.....	53
Tabela 7 - Percentual de marcação e frequência por alternativas 2012 no item – 89/2012	56
Tabela 9 - Percentual de marcação e frequência no Item – 62/2014.....	57
Tabela 10 -Percentagem de acertos sobre os itens da categoria II	58
Tabela 11 - Percentual de marcação e frequência no Item – 49/2012	60
Tabela 12 - Percentual de marcação e frequência na item – 58/2013	62
Tabela 13 - Percentual de marcação e frequência no Item – 65/2014.....	64
Tabela 14 - Percentagem de acertos sobre os itens da categoria III	65
Tabela 15 - Percentual de marcação e frequência no item – 70/2012	67
Tabela 16 - Percentual de marcação e frequência no item – 59/2013	68

LISTA DE SIGLAS

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CN – Ciências da Natureza

DCNEM – Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio

ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio

INEP – Instituto Nacional de Estudos E Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

LDBN – Leis de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

NdC – Natureza da Ciência

OCEM – Orientações Curriculares para o Ensino Médio

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNE – Plano Nacional de Educação

SAEB – Sistema de Avaliação da Educação Básica

SISU – Sistema de Seleção Unificada

TCT – Teoria Clássica de Teste

TIC – Tecnologias da Informação e Comunicação

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO 1. RELAÇÕES DA LEITURA TEXTUAL, CONCEITUAL E ASPECTOS REPRESENTACIONAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	19
1.1. A leitura textual e sua relação com a aprendizagem.....	19
1.2. Modelos e os aspectos representacionais e conceituais no Ensino de Ciências	24
CAPÍTULO 2. RELAÇÃO ENTRE OS DADOS SOCIOECONÔMICOS E O DESEMPENHO NO ENSINO DE CIÊNCIAS	34
2.1. Sexo e cognição no desempenho escolar	34
2.2. Aspectos socioeconômico familiar no desempenho no Ensino de Ciências.....	37
CAPÍTULO 3. ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	41
3.1. BANCO DE DADOS DO ENEM.....	44
3.1.1. Download dos microdados do ENEM.....	44
3.2. Seleção e critérios utilizados na categorização dos itens da prova CN – ENEM.....	44
3.2.1. Categoria I - Itens com suporte representacional.....	45
3.2.2. Categoria II – Itens com suporte habilidade	46
3.2.3. Categoria III - Itens com suporte linguagem natural	46
3.3. TRATAMENTO ESTÁTICO DOS DADOS	47
CAPÍTULO 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
4.1. As análises das categorias com os itens da prova – ENEM – 2012 a 2014.....	52
4.2. Categoria I – Itens com suporte representacional	53
4.3. Categoria II – Itens com suporte habilidade	58
4.4. Categoria III – Itens com suporte linguagem natural.....	65
4.5. Análise dos dados socioeconômicos relacionados as categorias I, II e III	70
4.5.1. Desempenho nas categorias em função do sexo dos participantes	70
4.5.2. Desempenho nas três categorias em relação a nível de escolaridade dos pais.....	71
4.5.3. Desempenho nas três categorias em relação a renda familiar	73
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	75
APÊNDICES	83
ANEXOS.....	91

INTRODUÇÃO

De acordo com os documentos oficiais como o PCNEM, PCN+ (BRASIL, 1999; 2000; 2002), o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), criado em 1998, a partir do processo de reformulação da educação básica no âmbito federal, tem como objetivo geral de avaliar o desempenho dos estudantes ao término da escolaridade básica para aferir o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania.

O ENEM proveniente da Política de Avaliação Externa da Educação Básica passou a ser utilizado pela Reforma Educacional e vem assumindo progressivamente uma importante Política de Estado, por fazer uso de funções histórico sociais, bem como processos didático-pedagógicos tornando-se o propulsor pela centralidade e visibilidade do Ensino Médio no cenário educacional na atualidade.

Anterior ao ENEM, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (SAEB) foi implantado em 1990 pelo Ministério da Educação (MEC) com o objetivo de avaliar a qualidade do ensino fundamental e médio e contribuir para o replanejamento das políticas públicas implantadas nesse nível de ensino. A partir da reforma dos anos de 1990, a LDB (BRASIL, 1996) institui a avaliação de sistemas de ensino e, desta forma, o ENEM incide diretamente no nível médio com o propósito inicial de avaliar os concluintes e egressos do ensino médio, assim como a qualidade da Educação Básica no Brasil.

O ENEM está amparado em suas bases teóricas pelos documentos oficiais da educação brasileira, dentre estas a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional LDB – 1996, Diretrizes Nacionais do Ensino Médio – 1998; PCN do Ensino Médio – 2000, 2002; Matriz de referência do SAEB - 2001; Orientações Curriculares para o Ensino Médio - 2006; Matriz de referência do Novo Ensino Médio – 2009, que alicerçam as concepções embasadas para o exame e conteúdo da avaliação. Estes documentos foram responsáveis pelas transformações que consolidaram e buscaram aperfeiçoar o ENEM como sistemática de avaliação.

A LDB que regulamenta o Ensino Médio, bem como as Diretrizes Curriculares Nacionais, que se constituíram como uma busca para integrar os currículos, atualizá-los e dar um passo para a melhoria da qualidade da educação no Brasil, e que a partir das orientações apresentadas nas diretrizes foram desenvolvidas as bases teóricas para o ENEM.

Nesse contexto, no Art. 10º da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) em sua versão preliminar, do Ensino Médio descreve a organização por áreas do conhecimento, em que caracterizam as competências e habilidades que devem ser desenvolvidas durante o Ensino

Médio, entre estas a das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que devem estar diretamente ligada a aprendizagem e que permitam ao estudante, dentre outras, “identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações e interpretações” (BRASIL, 2015, p.5).

Atualmente, as normativas do ENEM são pautadas nas Leis nº 9.394/1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDBN) e nº 10.172/2001 (Plano Nacional de Educação – PNE). Efetivamente, por esse prisma normativo, a complexidade do processo educacional no País, demandou a referida regulação como forma de garantia da ação governamental, tornando-se hoje política pública institucionalizada.

O ENEM nasceu como um exame de caráter voluntário e como uma ferramenta de apoio para processos de seleção profissional, assim como, para a continuidade da formação escolar, enquanto modalidade alternativa ou complementar aos exames de acesso aos cursos profissionalizantes pós-médios ou ao ensino superior, ou seja, após edições sucessivas, o programa passou a ostentar as feições de uma verdadeira política pública.

O Exame era constituído por uma prova única contendo 63 (sessenta e três) questões objetivas de múltipla escolha e uma proposta para redação. Nestas questões objetivas e a redação destinaram-se a avaliar as competências e habilidades desenvolvidas pelos participantes ao longo da escolaridade básica, a partir de uma Matriz de Competências especialmente desenvolvida para estruturar o exame (LOPES, 2015).

Nesse contexto, as definições de competências e habilidades são entendidas como sendo:

Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do 'saber fazer'. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências (BRASIL, 1999, p.7).

As habilidades e competências não eram separadas por área de conhecimento, como veio a ocorrer no novo ENEM a partir de 2009, de modo que cada habilidade era testada três vezes ao longo da prova, e por isso havia 63 questões objetivas (BRASIL, 2002).

Nesse período, o Exame foi constituído por uma proposta com abordagem de situações problemas contextualizados e interdisciplinares, cujo valor foi atribuído em notas para cada uma das competências atribuídas. Os participantes são avaliados conforme o desempenho no qual se submetem as duas partes da prova, tanto a objetiva quanto a redação, em que o

“desempenho é qualificado de acordo com as premissas teóricas da Matriz de Competências que se refere às possibilidades totais da cognição humana na fase de desenvolvimento próprio aos participantes do ENEM – jovens e adultos” (p.15).

Em 2009, o denominado “Novo ENEM” passou a ser aplicado em 02 (dois) dias de prova estruturado por meio de quatro matrizes, uma matriz para cada área de conhecimento. Essas áreas são denominadas de “Linguagem, Códigos e suas Tecnologias, Redação”, “Matemática e suas Tecnologias”, “Ciências da Natureza e suas Tecnologias” e “Ciências Humanas e suas Tecnologias”. Cada área é composta por 45 questões, que resulta numa avaliação de 180 itens, de múltipla escolha, que avaliam diferentes competências específicas, apresentadas na Matriz de Referência (Anexo A) para o ENEM, além de uma redação (BRASIL, 2009).

No ano de 2009, também houve a implantação do Sistema de Seleção Unificada (SISU), divulgação de uma nova matriz de competências e habilidades, divulgação da matriz curricular, inclusão da Língua Estrangeira e a definição de um novo formato para o Exame. Além disso, possibilitou-se que, por intermédio do novo ENEM fosse dada a certificação para jovens e adultos.

Com a implantação do SISU, o MEC enfatiza, em seu Relatório Pedagógico (BRASIL, 2009), que o sistema tem como objetivo democratizar as oportunidades às vagas federais de ensino superior e possibilitar a mobilidade acadêmica. Essa medida centralizou o acesso ao ensino superior para os estudantes de todas as regiões do país, permitindo assim, a escolha de cursos em Universidades Federais em diversos locais do Brasil.

Para o MEC as competências e habilidades traçadas são essenciais ao estudante que chegam ao término do Ensino Médio, ou seja, a Matriz de Referência consubstancia evolução importante na forma de avaliação dos estudantes e orientação sobre os conteúdos cujo aprendizado se espera no Ensino Médio. Ela se pauta por habilidades consideradas essenciais aos estudantes que concluem esse nível de ensino (BRASIL, 2009, p.1).

Nesse sentido, como habilidade necessária aos estudantes na resolução dos itens com suporte representacional é necessário possuir a habilidade dezessete (H17) da matriz, pois os estudantes tem que “relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representações usadas em química, bem como nos textos discursivos, gráficos, tabelas, relações matemáticas e na linguagem simbólica que estão envolvido o conhecimento científico”. (BRASIL, 2009, p.3).

A partir de ano de 2003 criou-se um importante instrumento de avaliação, o questionário socioeconômico a ser respondido no momento da inscrição no exame, com finalidade, conhecer melhor o perfil dos participantes. Possibilitando o,

entrecruzamento dos resultados obtidos com a realidade de cada participante enquanto sujeito da educação, isto é, os dados socioeconômicos e profissionais deles e de suas famílias, seus percursos escolares, suas avaliações acerca dos seus estudos, professores e escolas, suas finalidades ao participar do exame, suas atuações no mundo do trabalho, as dificuldades enfrentadas, os preconceitos e as discriminações vivenciados na escola, suas opiniões sobre assuntos gerais, seus interesses e planos para o futuro etc. (BRASIL, 2009. p.9)

Para tanto, além de perguntas sobre aspectos socioeconômicos dos participantes e de seu contexto familiar, procurou-se conhecer opiniões sobre assuntos gerais, seus interesses e planos. A partir desse questionário, entendeu-se ser possível extrair dados sobre as escolas e os professores, que podem ser analisados e interpretados por variáveis fundamentais que contribuem para o desempenho escolar.

Desta forma, o resultado da prova objetiva e da redação que são apresentados em boletins, possibilitaram o cruzamento com o questionário podendo-se extrair informações que servem para o Estado prestar contas à sociedade e às agencias financiadoras da situação do Ensino Médio no País. Nesse sentido, com os cruzamentos dos dados, torna-se possível fazer análise das escolas frequentadas pelos estudantes, suas opiniões sobre o aprendizado, a convivência escolar, inclusive sobre o trabalho do professor.

Utilizamos nessa pesquisa, os microdados do ENEM fornecidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), para a análise dos dados sobre o desempenho e perfil socioeconômico dos participantes. Uma vez que, a questão problema desta pesquisa, é buscar possíveis respostas que possibilitem o entendimento sobre qual é a relação entre a elaboração conceitual, os aspectos representacionais, leitura textual que possam influenciar no desempenho dos participantes nos itens da prova de Ciências Naturais e suas Tecnologias.

Desta forma, a heterogeneidade dos participantes à luz dos contextos social, cultural, econômico, familiar que engloba esse universo, que podem influenciar no desempenho dos participantes. Dentre esses, destacamos o fator suporte representacional, tendo como hipótese nessa pesquisa que os itens da prova de Ciências da Natureza (CN) que apresentam algum tipo de aspecto representacional apresentam-se com um maior grau de dificuldade para sua resolução.

Nessa perspectiva, temos como objetivo geral analisar o desempenho dos participantes do Estado de Sergipe – SE, nos itens da área Ciências Naturais e suas Tecnologias que abordam

conceitos relacionados ao Ensino de Ciências que trazem na sua estrutura o suporte representacional, habilidade ou Linguagem natural (texto) entre 2012 a 2014.

Esta pesquisa se justifica pelo fato da prova de CN serem formuladas de acordo com as competências e habilidades desenvolvidas pelo estudante e/ou participante durante o Ensino Médio no Brasil. Dentre essas, identificar diferentes formas de linguagem e representações usadas no ensino de ciências, nos textos discursivos sobre conhecimento científico análise de gráficos, tabelas e as relações matemáticas que estão inseridos numa linguagem simbólica, uma vez que, os itens do Exame são constituídos de um enunciado, suporte, questionamento e cinco alternativas com apenas uma correta.

Já a utilização dos microdados ENEM de 2012 a 2014 se justifica, por ser os resultados de um modelo de avaliação educacional de caráter coletivo e individual em larga escala, com uma estrutura metodológica que contém características únicas, sendo os resultados utilizados nas políticas públicas para avaliar as melhorias da Educação Básica no Brasil.

Nesse contexto, entender os aspectos representacionais, utilizados nas diversas formas de avaliação da aprendizagem, pode contribuir no diálogo sobre os questionamentos dos fenômenos naturais, pautados no ensino interdisciplinar e contextualizado estabelecendo relações e buscar possíveis respostas para compreender os modelos e a linguagem simbólica para interpretar o mundo, tornando o Ensino de Ciências mais significativo.

A dissertação está organizada em cinco capítulos. No Capítulo 1, uma revisão na literatura, buscando diálogo sobre o processo de leitura textual e escrita nas aulas sobre ciências e sua contribuição no ensino e aprendizagem. No Capítulo 2, apresenta-se o papel dos modelos e seus diferentes modos representacionais, conceituais no Ensino de Ciências. No Capítulo 3, descreve-se o percurso metodológico utilizados na realização desta pesquisa. No Capítulo 4, procura-se apresentar, analisar e discutir os resultados obtidos nas categorias propostas para análise. Por fim no Capítulo 5, faz-se as devidas considerações e conclusões finais.

CAPÍTULO 1 - RELAÇÕES DA LEITURA TEXTUAL, CONCEITUAL E ASPECTOS REPRESENTACIONAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

1.1. A leitura textual e sua relação com a aprendizagem

Percebe-se que os debates em torno das práticas que envolvem a leitura nas aulas de ciências possibilitam uma maior compreensão no processo de ensino e aprendizagem desta disciplina. Pois, o aprimoramento na capacidade de ler, resulta da capacidade de aprender do estudante, deixando de ser receptor passivo de informações.

A constituição histórica da leitura em âmbito escolar é marcada pela decodificação da palavra, uma vez que, geralmente estão embasadas em respostas prontas e rápidas dos questionamentos estabelecidos previamente, sendo considerados repetições formais, provocando obstáculos na interação pessoal dos leitores, sejam estes com o texto ou com as ideias construídas pelos estudantes. (FRANCISCO JUNIOR *et al.*, 2011).

Esse aprendizado só é efetivo quando o leitor é capaz de compreender os textos debatidos, o que na maioria das vezes, esta compreensão não ocorre de maneira direta, mas a leitura passa a ser um processo que precisa ser aprendido (MARQUES, 2001).

Nesse contexto, o processo de ler e escrever torna-se essencial e referem-se ao processo trabalhado nas aulas de Ciências, auxiliando os leitores na construção de conhecimentos científicos, sejam estes pautados no espaço escolar, bem como na vida em sociedade.

Para Francisco Junior *et al.*, (2008) ler e escrever, portanto, são habilidades a serem trabalhadas, visto que, muitas vezes, os estudantes se apresentam com dificuldades de interpretar questões e problemas que então inseridos os conteúdos da ciência, devido às deficiências na capacidade de interpretação de enunciados dos textos.

Wenzel (2013) enfatiza que a prática da leitura possibilita ao estudante o contato com uma nova linguagem, mais específica, e por isso, a leitura, em sala de aula, precisa ser orientada. Para Granger (1968) o conhecimento científico se desdobra num universo de linguagem; aceitando, provisoriamente, a língua usual, ou criando uma para seu uso, a Ciência requer necessariamente, como condição transcendental, um sistema linguístico.

Lemke (1997) esclarece que para aprender a linguagem da Ciência, torna-se indispensável o “Aprender Ciências”, que por sua vez implica em aprender a falar no idioma próprio das Ciências, uma vez que tem o seu próprio e exclusivo modelo semântico e suas próprias formas de construir significados. Desta forma, falar “Ciências” não significa, simplesmente falar acerca da Ciência, mas fazer ciência, através da linguagem, dentre estas a escrever, ler e desenhar através da linguagem da ciência.

Segundo Norris e Phillips (2003) a leitura do texto científico abrange grande parte do que é considerado fazer ciência, desta forma a,

[...] leitura e escrita não suporta apenas uma relação funcional com respeito à ciência, como simples ferramenta para o armazenamento e transmissão da ciência. Ao contrário, a relação é constitutiva, em que a leitura e a escrita são partes constitutivas da ciência. Relações constitutivas definem necessidades, porque os componentes são elementos essenciais do todo. Remova uma constituinte, e o todo vai com ele. Jogue fora a capa e mantenha o conteúdo, e você ainda tem um livro, jogue fora o conteúdo e mantenha a capa, e você não tem mais um livro (NORRIS; PHILLIPS, 2003, p.226).

Nesse contexto, no espaço escolar há uma necessidade de aprender a linguagem científica e ciências, porá que a sua inserção efetivamente constituída de textos científicos, interpretações e diferentes tipos de linguagens possam, cada vez mais, estar presente nas aulas e práticas pedagógica do professor de Ensino de Ciências.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (2000) enfatizam a importância de entender que as ciências,

são construções humanas situadas historicamente e que os objetos de estudo por elas construídos e os discursos por elas elaborados não se confundem com o mundo físico e natural, embora este seja referido nesses discursos. Importa ainda compreender que, apesar de o mundo ser o mesmo, os objetos de estudo são diferentes, enquanto constructos do conhecimento gerado pelas ciências através de leis próprias, as quais devem ser apropriadas e situadas em uma gramática interna a cada ciência. E, ainda, cabe compreender os princípios científicos presentes nas tecnologias, associá-las aos problemas que se propõe solucionar e resolver os problemas de forma contextualizada, aplicando aqueles princípios científicos a situações reais ou simuladas (BRASIL, 2000, p.20).

A partir deste enfoque, há necessidade de organização pedagógica em que esteja inserida a prática da leitura para compreensão do mundo natural, tendo como um dos incentivadores o professor mediador, com o seu papel irrevogável no processo de leitura e interpretação do conhecimento científico, uma vez que a evolução de habilidades relacionadas à leitura e à escrita não ocorre de forma imediata, é de sobremaneira importante a realização periódica desses tipos de atividades didático-pedagógicas.

Tornando-se como ponto fundamental a integração da leitura e escrita, oralidade, como forma de fomentar não “somente a aprendizagem, mas o desenvolvimento de competências imprescindíveis na atual conjuntura social, econômica e política” (FRANCISCO JUNIOR, 2010, p. 225).

A prática de leitura em sala de aula, tem sido objetivo de discussão frequente no âmbito da Didática das Ciências, abrangendo questões que vão da incorporação nos currículos de Ciências, bem como o papel desempenhado por ela nas salas de aulas, como também a problemática da compreensão de textos pelos estudantes.

Percebe-se, por outro lado, que os textos de divulgação científica têm sido sugeridos em pesquisas no campo das ciências, como sendo capazes de complementar o uso de materiais educativos tradicionais, como os livros didáticos.

Para Silva (2002) a leitura surge como um conceito fundamental na análise das interações entre textos e sujeitos e é vista não somente como um meio de organizar os conceitos científicos, mas também de construir, amparar, organizar e ampliar as interações sociais entre os professores, seus estudantes e a comunidade escolar.

De acordo com Andrade e Martins (2006) é cada vez mais crescente o interesse de pesquisadores do campo da Educação em Ciências nas relações entre linguagem, leitura e ensino. Essas pesquisas enfatizam a preocupação com a estrutura linguística dos textos, que caracterizam as representações de professores e de estudantes relacionados ao discurso científico, passando a analisar o texto e os contextos de utilização de livros didáticos e sugerindo a proposta da leitura como estratégia de ensino.

Koch e Elias (2010) definem que o conhecimento linguístico é aquele que abrange o conhecimento gramatical e lexical. Pereira e Ferreira Jr (2012, p.3) relatam que,

frequentemente, candidatos do ENEM erram uma questão pelo simples fato de não conhecerem o significado de determinada palavra, ou simplesmente por não serem capazes de compreender a organização do material linguístico em sua superfície textual, o uso dos meios coesivos para efetuar a remissão ou sequenciação textual, por exemplo.

Nesse sentido Petroni (2008), esclarece que uma das grandes dificuldades relacionadas à leitura e à produção escrita, na escola, é a falta de domínio de recursos que possibilitem aos estudantes não apenas identificar, mas assumir um diálogo com seu texto, sendo por meio deste, propiciar uma atitude dialógica, calcada na interação e na interlocução. Faltam-lhe recursos para a compreensão e a produção de um discurso dirigido a alguém, numa situação real de comunicação, que expresse intenção ou uma vontade discursiva.

Para Pereira e Ferreira Jr. (2012) tais dificuldades são mostradas pelos estudantes que todo ano participam do ENEM, entre as reclamações apresentadas por eles algumas aparecem com maior frequência, tais como: os enunciados das questões são muito longos; os enunciados das questões estavam um pouco confusos, bem como não foi possível compreender o que algumas questões queriam dizer. No entanto, os educadores e estudantes devem ter cada vez mais consciência de que a leitura é a base do conhecimento escolar; o processo de leitura é um grande e importante aliado no processo de aprendizagem.

Kleiman (2007, p.4) enfatiza que “o letramento abarca a concepção social da escrita oposta à aprendizagem apenas como aquisição de competências e habilidades individuais”. No entanto, as competências e habilidades adquiridas individualmente podem ser representadas pelos indivíduos que aprendem a ler e a escrever, mas não conseguem utilizar esse aprendizado além do espaço escolar, ou seja, não mobilizam, na leitura, conhecimentos complexos que exijam um nível maior de reflexão.

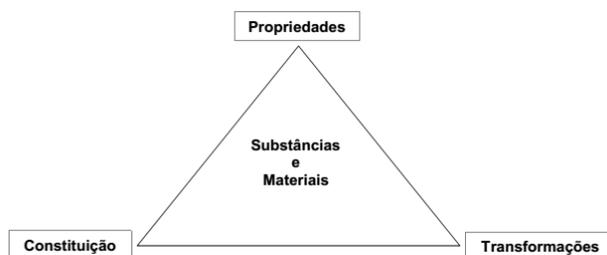
Para Monteiro e Baptista (2009, p.30) o conceito de alfabetização está diretamente ligado à capacidade para ler e escrever através do domínio do código e de habilidades, enquanto o letramento está ligado à apropriação da escrita a partir do exercício desta. Nesse último, o indivíduo seria capaz de ler e escrever para “informar ou informar-se, para interagir, para ampliar conhecimentos, capacidade de interpretar e produzir diferentes tipos de texto, de inserir-se efetivamente no mundo da escrita”.

Os PCNs (2002) enfatizam a importância do estudo cada vez mais voltado para a introdução de conteúdos e elementos linguísticos na sala de aula, pois:

é relevante também considerar as relações com as práticas sociais e produtivas e a inserção do aluno como cidadão em um mundo letrado e simbólico. A produção contemporânea é essencialmente simbólica e o convívio social requer o domínio das linguagens como instrumentos de comunicação e negociação de sentidos. No mundo contemporâneo, marcado por um apelo informativo imediato, a reflexão sobre a linguagem e seus sistemas, que se mostram articulados por múltiplos códigos, e sobre os processos e procedimentos comunicativos, é, mais do que uma necessidade, uma garantia de participação ativa na vida social, a cidadania desejada. (p.32).

De acordo com Mortimer *et al.*, (2000) o Ensino de Ciências tem como objetos de investigação os materiais, as substâncias, suas propriedades, sua constituição e suas transformações. Para tanto, os autores enfatizam que no centro de todas essas investigações certamente encontram-se os materiais e as substâncias que se inter-relacionam, em um tripé bastante específico, em uma tríade fundamental, tornando-se os objetos e focos de interesse da Ciência, Figura 1.

Figura 1 - Triângulo base dos Focos de interesse da química.

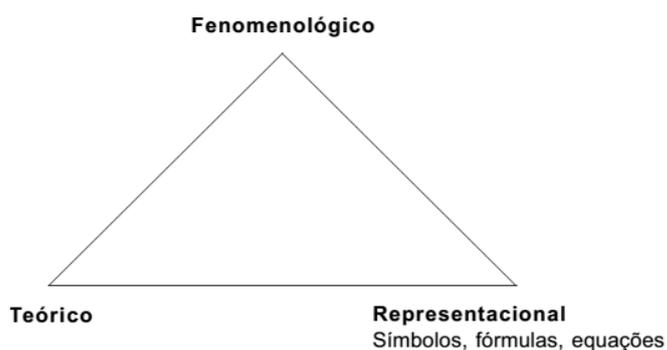


Fonte: MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273-83, 2000.

Este triângulo aponta algumas considerações a respeito os temas do conteúdo químico a serem trabalhados em sala de aula. Nesse contexto, a compreensão dos comportamentos dos materiais, os conhecimentos químicos são fundamentais, dentre estes aqueles que envolvem os diversos modelos que constituem o mundo atômico-molecular, as propostas para conceber a organização e as interações entre átomos, íons e moléculas (MORTIMER *et al.*, 2000).

Para Leal e Mortimer (2008) a proposta curricular de Ensino de Ciências fundamenta-se em três esquemas de articulação orientados a superar a abordagem linear que caracterizaria o ensino tradicional. Esses três esquemas colocam-se, respectivamente, nos seguintes níveis: a) “contextualização da Química”, em que da relação da ciência química com os diferentes aspectos da realidade humana”. b) “conceituação químicos” que embasam as temáticas próprias da química e c) “epistemologia” da natureza e do funcionamento dessa ciência. Para os autores, no primeiro nível, tem-se a articulação entre os conceitos químicos e os contextos social, ambiental e tecnológico, no segundo nível, encontra-se a articulação entre “os focos de interesse da Química”, as propriedades, a constituição e as transformações de substâncias e materiais, já no terceiro nível de articulação, situam-se os aspectos constituintes do conhecimento químico: como o fenomenológico, o teórico e o representacional, Figura 2.

Figura 2 - Interrelações entre esses aspectos do conhecimento químico.



Fonte: MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, v. 23, n. 2, p. 273-83, 2000.

Segundo Mortimer *et al.*, (2000) os conteúdos químicos de natureza simbólica estão agrupados no aspecto representacional, que compreende informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas, representações dos modelos, gráficos e equações matemáticas. (p.277).

Mortimer *et al.*, (2000) enfatizam que a maioria dos currículos tradicionais e dos livros didáticos aborda superficialmente o aspecto representacional, por outro lado tem-se uma maior atenção nas relações entre os outros dois aspectos, o teórico e fenomenológico. Nesse sentido, a

ausência dos fenômenos nas salas de aula pode fazer com que os estudantes tomem por “reais” as fórmulas das substâncias, as equações químicas e os modelos para a matéria. É necessário, portanto, que os três aspectos compareçam igualmente e se inter-relacionem, pois, o aspecto representacional também resulta dessa relação, fornecendo as ferramentas simbólicas para representar a compreensão resultante desses processos de idas e vindas entre teoria e experimento.

De acordo com os níveis de representação, também conhecidos como os “três aspectos do conhecimento químico” fenomenológico ou empírico, teórico ou “de modelos” e representacional ou da linguagem, é necessário que o fenômeno, linguagem e teoria devam comparecer igualmente nas interações, uma vez que, a produção de conhecimento em ciências resulta sempre da relação entre experimento e teoria, pensamento e realidade. Relações estas que só serão possíveis através da ação mediadora da linguagem (MORTIMER *et al.*, 2000).

Segundo Chassot (1993) para compreender a ciência é fundamental entender como “uma linguagem para facilitar nossa leitura do mundo natural” (p. 37)”.

É necessário que o professor possa desenvolver a capacidade de interação entre o ensino, linguagem e leitura textual para interpretação do mundo natural, bem como entender os aspectos relacionados aos níveis representacionais do conhecimento químico. Segundo PCN⁺ (2002),

historicamente, o conhecimento químico centrou-se em estudos de natureza empírica sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e substâncias. Os modelos explicativos foram gradualmente se desenvolvendo conforme a concepção de cada época e, atualmente, o conhecimento científico em geral e o da Química em particular requerem o uso constante de modelos extremamente elaborados. (BRASIL, p.87).

Nesse contexto, apoiando-se em diferentes tipos de textos científicos, imersos em contextos históricos, filosóficos, sociais, políticos e econômicos característicos da época e nos conteúdos curriculares sobre ciências, não apenas com finalidade estritamente motivadora, mas como meio para gerar nos estudantes pensamento crítico, curiosidade científica, bem como o processo interpretativo dos aspectos representacionais abordados nos textos científicos, que contribuem para o processo de ensino e aprendizagem nas ciências.

1.2. Modelos e os aspectos representacionais e conceituais no Ensino de Ciências

As atividades pautadas na construção e reformulação de modelos no Ensino de Ciências, no espaço escolar, possibilita o envolvimento na inter-relação com o conhecimento científico, que vai além das informações e fatos a serem memorizados em sala de aula. Observa-se na literatura que estas atividades favorecem a construção de conhecimentos na utilização das mais diferentes situações presentes no cotidiano do estudante.

Nos últimos anos a importância dos modelos científicos na compreensão da Natureza da Ciência (NdC) e na utilização de representações teóricas nas explicações dos fenômenos, entendidos como sendo os conceitos e teorias podem ser representados na forma de modelos científicos, que apresentam suas potencialidades, como também as suas limitações.

Um documento produzido pela National Research Council (NRC, 2012) faz menção ao modelo no Ensino de Ciências, intitulado de “*A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*”, enfatiza a importância de explicações no Ensino de Ciências e destaca, inclusive, as orientações sobre as explicações relacionadas aos modelos, evidenciando as capacidades que os estudantes devem possuir, dentre estas: a) construir suas próprias explicações de fenômenos usando o conhecimento de teorias cientificamente aceitas e ligando-as a modelos e evidências. b) usar evidências científicas primárias ou secundárias e modelos para dar suporte ou refutar uma descrição explicativa para um fenômeno, c) propor explicações causais apropriadas para o seu nível de conhecimento científico. d) identificar as lacunas ou os pontos fracos em descrições explicativas (próprias ou de terceiros). (NRC, 2012, p. 69).

A palavra modelo é amplamente utilizada, em vista a diversidade de significados atribuídos para Borges (1997), um modelo pode ser entendido como uma representação de um objeto, bem como uma ideia de um evento ou de um processo, que está envolvendo analogias, ou seja, um modelo implica na existência de uma correspondência estrutural entre sistemas distintos.

As concepções de modelo são fundamentadas num entendimento de facilidade na visualização, que podem vir a possibilitar na construção de ideias, que sejam embasadas a partir de concepções e explicações sobre os fenômenos estudados, dando a oportunidade de explicações e previsões sobre os comportamentos e propriedades do sistema modelado.

Embora estas percepções estejam abertas aos debates científicos, os modelos funcionam como uma ponte entre teoria científica e o mundo da “realidade”, eles podem ser representações da possível realidade, que são construídos para fins específicos e simplificados, com base nas captações de teorias, produzido de forma a comparar com as observações da realidade que podem ser feitas (GILBERT, 2004).

Justi (2011) enfatiza a importância de destacar o caráter limitado sobre o que representa o modelo, a fim de prevenir entendimentos incorretos, sobre os conceitos científicos.

Os modelos podem ser ferramentas utilizadas pelos cientistas para construir conhecimentos, bem como ser um dos produtos da ciência, chamando atenção em três aspectos, sendo que estas representações parciais significam entender que,

(i) não são a realidade; (ii) não são cópias da realidade e (iii) têm limitações. A importância desse elemento emerge da constatação (evidenciada em pesquisas e na realidade de muitas salas de aula) de que boa parte dos estudantes pensa, por exemplo, que o átomo “é” o que está desenhado no livro, que os desenhos de modelos atômicos nos livros são ampliações do átomo, ou que o modelo atômico mais recente é perfeito. (JUSTI 2011, P. 211).

Pozzo e Crespo (2009) afirmam que o conhecimento científico não é extraído da realidade, mas vem da mente dos cientistas, que elaboram modelos e teorias na tentativa de dar sentido a essa realidade, ou seja, é uma construção humana. Nos dias atuais, a ciência não é um discurso sobre “o real”, mas um processo socialmente definido de elaboração de modelos para interpretar a realidade. Nessa perspectiva, Pozzo e Crespo (2009), relatam que “as teorias científicas não são saberes absolutos ou positivos, mas aproximações relativas, construções sociais que, longe de “descobrir” a estrutura do mundo ou da natureza, constroem ou modelam essa estrutura”.

Justi (2011) nos coloca que os possíveis objetivos dos modelos são inúmeros dependendo do objeto modelado, bem como do público-alvo para o qual eles são elaborados. Dentre os objetivos de modelos no Ensino de Ciências são evidenciados os seguintes:

(...) simplificar entidades complexas de forma que seja mais fácil pensar sobre as mesmas; favorecer a comunicação de ideias; facilitar a visualização de entidades abstratas; fundamentar a proposição e a interpretação de experimentos sobre a realidade; ser um mediador entre a realidade modelada e teorias sobre ela (...) (JUSTI, 2011 p.212).

Nesse contexto, como um dos aspectos dos modelos é ser um mediador entre a teoria e a possível realidade do fenômeno modelado, tem-se o modelo como uma forma mediadora, ou seja, faz a mediação entre os processos que incluem as transformações dos conhecimentos científicos em conhecimentos escolares, e processo de negociação e construção de significados dos fenômenos estudados. Segundo Francisco Júnior (2010) estes modelos didáticos estariam relacionados “ao conjunto de procedimentos construídos com o propósito de promover a educação” (p.146).

Dessa forma, o professor assume um papel essencial na mediação didática e na formação do estudante, em especial no Ensino de Ciências, como descrevem Pozzo e Crespo (2009) sobre a importância de o educador ter consciência de que a ciência tem uma natureza altamente abstrata, possibilitando uma dificuldade para o estudante, uma vez que este é desafiado a compreender e analisar as propriedades e transformações apresentadas pela matéria,

necessitando se apropriar de conceitos científicos fortemente abstratos, estabelecendo pontes entre esses conceitos e fenômenos, pautados numa necessidade de se utilizar uma linguagem simbólica e formalizada juntamente com modelos de representações que possibilitam representar aquilo que não é observável no mundo macroscópico.

Gilbert (2004) defende que os modelos desempenham funções importantes na educação científica, uma vez que os estudantes devem chegar a compreender a natureza que está em volta dos modelos e o significado que desempenharam nos temas específicos nas ciências. No entanto, as atividades propostas para serem trabalhadas pelos estudantes, que estejam imersas na capacidade de produzir, testar e avaliar modelos desses fenômenos, dando ênfase na participação ativa nos aspectos criativos da ciência, bem como está inserido no contexto cultural.

Segundo Clement (2000) este tipo de atividade de elaborar modelos mediado pelos professores permite ao estudante perceber conceitos que são abstratos, utilizando-se a criação de estruturas por meio das quais ele pode explorar seu objeto de estudo e desenvolver testes entorno de seu modelo, tendo a oportunidade de desenvolver a reflexão do conhecimento mais flexível e abrangente construído.

A participação efetiva do estudante em atividades científicas e processo de modelagem, permitem sobretudo a construção do conhecimento científico embasado no processo de diálogo entre os pares envolvidos nas atividades propostas pelo professor.

Nesse sentido, construir uma noção mais detalhada sobre determinados conteúdos contidos no universo da ciência, caracterizado por um alto nível de abstração sobre os fenômenos naturais, torna-se essencial, mas é preciso entender que os modelos são um importante instrumento na construção do conhecimento científico, bem como no decorrer da História das Ciências, uma vez que os cientistas se apropriam de modelos na tentativa de melhorar as compreensões dos fenômenos científicos observados.

Para Justi e Gilbert (2002) as atividades pautadas na construção de modelos científico englobam três aspectos essenciais, que se configuram como,

(...) aprender ciências, os estudantes devem saber sobre a natureza, abrangência e limitações dos principais modelos científicos (sejam eles consensuais ou históricos); aprender sobre ciências, os estudantes devem ser capazes de avaliar o papel de modelos no desenvolvimento de disseminação dos resultados da pesquisa científica; aprender a fazer ciências, os estudantes devem ser capazes de criar, expressar e testar seus próprios modelos (JUSTI; GILBERT, 2002, p.215).

Para Bezerra (2010) o que está em jogo quando os cientistas se dedicam à atividade usualmente referida como modelagem, passa a ser uma distinção e um confronto entre, de um

lado, a noção de modelo mais corrente na ciência (representacional) e, de outro, o conceito de modelo em sua acepção matemática.

Segundo Bezerra (2010) o representacional é entendido como uma teoria aproximada ou simplificada ou que se vale de idealizações ou ainda uma estrutura preditiva, descritiva na qual a condição de consistência interna, em que se atribui ao valor cognitivo da consistência um peso menor. Esses modelos representacionais são caracterizados por subtipos dentre estes, os modelos físicos, modelos em escala, modelos icônicos, modelos estruturais, e modelos de cálculo numérico.

Por outro lado, um modelo matemático é uma interpretação verdadeira de um conjunto de axiomas. Uma vez que a ideia presente na noção lógica de modelo é precisamente a de ser um exemplo, um caso ou uma instância de uma estrutura abstrata geral, esta noção de modelo pode também ser chamada de instância (BEZERRA, 2010).

Ainda de acordo Bezerra (2010), trabalhar com modelos requer atitudes cognitivas diferentes das atitudes proposicionais tradicionais, que se pode tomar em relação às crenças, dentre estas aceitar, crer, rejeitar, justificar etc. Bem como relacionadas às teorias como aceitar, adotar, refutar etc. A desenvoltura com que os cientistas costumam transitar entre os modelos diferentes, incompatíveis entre si e formulados com muito maior rapidez do que as teorias, é um dos fatores essenciais levando-o a propor uma visão evolucionária de ciência, que dispensa a noção de “leis da natureza” e coloca em destaque o papel das estruturas cognitivas humanas na construção do conhecimento científico.

Segundo Gilbert (2004, p. 119-120), a aplicação dos modelos na educação científica possui um ou mais dos cinco modos de representação podendo ser empregado para produzir um modelo de modo que apresentem suas características que são:

- i. **O modo concreto:** tem como característica as representações tridimensionais, utilizando materiais resistentes, a exemplo dos modelos de bola e vareta, modelo de plástico, dentre outros.
- ii. **O modo verbal:** caracterizado pela descrição de entidades e tendo os relacionamentos entre elas e uma representação, podendo também ser constituído de metáforas e analogias em que o modelo se baseia, a exemplo, uma ligação covalente envolve o compartilhamento de elétrons, tendo como forma diferente representado por um pedaço de pau, em uma representação de bola e vara, bem como numa representação de enchimento de espaço. Desta forma, ambas as versões podem ser tanto falada como escrita.

- iii. **O modo simbólico:** consiste em símbolos químicos e fórmulas químicas. Tendo como exemplos as equações e expressões matemáticas, particularmente equações, tais como a lei dos gases ideais e as leis de velocidade de reação.
- iv. **O modo visual:** faz uso de gráficos, diagramas e animações, ou seja, implica numa representação bidimensional de estruturas químicas. Como fazem os modelos virtuais produzidos por programas de computador.
- v. **O modo de gestual:** caracterizado por fazer uso do corpo humano ou das suas partes para representar o objeto, por exemplo, a representação do movimento de íons durante a eletrólise, representado pelos estudantes que se deslocam em contra-fluxos.

Nesse contexto, estes modos são muitas vezes combinados, podendo ser estabelecido um modelo “concreto misto”. De acordo com Justi (2011) pode ser um, “modelo concreto com componentes visuais, verbais e/ou matemáticos, como um modelo concreto de sistema solar com etiquetas explicativas. (...), em qualquer desses modos de representação, os aspectos representados podem ser estáticos ou dinâmicos” (p.215).

Segundo Gobert e Buckley (2008), os modelos, se relacionam a um sistema ou fenômeno, que origina-se da experiência comum, logo esse fenômeno pode ser representada ou modelado. Conforme os autores, os modelos mentais são as representações internas pessoais do sistema que está sendo modelado, já as representações externas geradas de um modelo mental, se expressa através da ação, fala, escrita descrição e outras representações materiais.

A partir destes diferentes tipos de modelo, o professor assume um papel essencial na mediação didática e na formação do estudante, tendo a oportunidade de utilização de modos representacionais mais adequado para inserir nas práticas pedagógicas no espaço escolar.

Como argumentam Pozo e Crespo (2009) sobre a importância de o educador ter consciência de que a ciência tem uma natureza altamente abstrata, por exigir um nível de abstração, ela gera uma dificuldade para o estudante, uma vez que este é desafiado a compreender e analisar as propriedades e transformações apresentadas pela matéria. Sendo assim, ele necessita se apropriar de conceitos científicos fortemente abstratos, estabelecendo pontes entre esses conceitos e fenômenos, pautados numa necessidade de se utilizar uma linguagem simbólica e formalizada juntamente com modelos de representações analógicas que possibilitam representar aquilo que não é observável no mundo macroscópico.

Os professores, frequentemente, usam apenas um determinado tipo de representação pictórica, nesse sentido passa a limitar a experiência dos estudantes com os modelos e, dessa forma, não contribuem para a percepção de que um modelo pode ser parcialmente ou

completamente inadequado perante o paradigma do conhecimento científico vigente na atualidade (BARNEA; DORI, 2000).

Nesse contexto, é necessário aprender a aplicar os modelos no Ensino de Ciências, bem como compreender as diferentes representações pictóricas que podem ser usadas, aplicá-las as diferentes situações e saber que, para um mesmo conceito, existe mais de uma representação externa possível de ser trabalhada em sala de aula (WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2001).

Para superar e minimizar essas dificuldades, pesquisas vem demonstrando uma variedade de abordagens metodológicas. Dentre estas estratégias incluem o uso de modelos físicos (HUDDLE; WHITE; ROGERS, 2000); bem como os desenhos estáticos e as animações (dinâmicas e tridimensionais) que são construídas a partir do uso das Tecnologias da informação e Comunicação (TIC) para ajudar os estudantes a aprender a utilizar representações microscópicas e simbólicas na descrição e explicação de conceitos científicos e processos químicos que envolvem habilidades visuo-espacial.

De acordo com Santos e Greca (2005) a representação de vários aspectos da atividade molecular é bastante dispersa no currículo escolar, além do problema antes indicado da utilização de uma única representação pictórica preferencialmente por parte dos professores. Os estudantes precisam de mais experiências com os modelos, como ferramentas intelectuais que permitem contrastes de visões conceituais do fenômeno e mais discussão do papel dos modelos na investigação científica.

Desta forma, as TIC na educação passam a ser um meio de comunicação social, isto é, as mídias e multimídias compõem o conjunto de mediações culturais que caracterizam também o ensino e são portadoras de ideias, emoções, atitudes e habilidades. Nesta perspectiva, a função de mediação do ensino passa a atuar no contexto de promover condições e modos de assegurar a relação cognitiva e interativa dos estudantes, tendo como objetivo o conhecimento, habilidades, atitudes e valores culturais (LIBANEO, 2004).

Morais e Teruya (2007) afirmam que os professores precisam se apropriar de competência de modo a não se limitar apenas às técnicas de manuseios dos instrumentos, mas sim a trabalhar com os diversos tipos de softwares educativos existentes e disponíveis para o ensino. A competência para utilizar pedagogicamente as tecnologias pressupõe novas formas de se relacionar com o conhecimento, com os outros e com o mundo, em uma perspectiva colaborativa. Isso exigirá do professor reflexões para alcançar uma concepção teórica da aplicação das tecnologias na educação escolar.

O computador passa a ser uma ferramenta poderosa na realização das aulas, auxiliando o estudo na modelagem de processos e fenômenos de dimensão espacial, que as experiências podem resultar em ferramentas extremamente motivadoras, em que os professores percebem mudanças no seu papel perante o estudante, pois em vez de serem transmissores de conhecimentos, desempenham o papel de mediadores em conjunto com o estudante no descobrimento dos ambientes e na construção de ideias, não existindo limitações de idade na aplicação da tecnologia na educação (ESCARTIN, 2000).

As compreensões dos níveis microscópicos e simbólicos são especialmente difíceis para os estudantes porque são invisíveis e abstratos, e o pensamento dos estudantes é construído sobre a informação sensorial (BEN-ZVI; EYLON; SILBERSTEIN, 1987). Além disso, os estudantes não estabelecem relações apropriadas entre o nível macroscópico e o microscópico (POZO, 2001; KOSMA; RUSSELL, 1997; GILLESPIE, 1997), e ainda muitos que têm conhecimentos conceituais e habilidades de visualizar, são incapazes de transladar de uma dada representação da ciência a outra (WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2001).

As visualidades mentais têm sido elementos importantes do pensamento científico ao longo da história, embora tenham sido sempre uma grande variedade no grau de habilidades visuais em todos os aspectos das mentalidades científicas. Muitos químicos do século XIX combinaram suas imagens mentais para explicar o micromundo, utilizando ferramentas simbólicas heurísticas na representação do macroscópico imaginado (ROCKE, 2010).

Segundo Johnson-Laird (1983), as representações, são quaisquer notações, signos ou conjuntos de símbolos que representam algo, que se encontra ausente, seja aspecto do mundo externo ou interno, a exemplo de nossa imaginação. Nesse sentido, as representações se classificam em: externas, internas ou mentais. As representações externas se caracterizam como pictóricas ou linguísticas, sendo a linguagem aquela que se utiliza das palavras ou outras notações simbólicas.

Ainda de acordo com esse autor, as representações internas ou mentais são maneiras de representar internamente o mundo externo, uma vez que as pessoas não captam o mundo exterior diretamente, mas, sim, constroem representações mentais a respeito dele. As representações mentais também podem ser subdivididas em duas formas: as analógicas e as proposicionais. Nesse aspecto, um típico de representação analógica é a imagem visual, enquanto que as representações proposicionais são mais abstratas, pois captam o conteúdo ideacional da mente (JOHNSON-LAIRD, 1983).

De acordo com Johnstone (1991), os conteúdos que são postos para o estudante, sobre o Ensino de Ciências, estão inseridos em três níveis de representação: o primeiro é conhecido como nível macroscópico, que corresponde às representações mentais adquiridas a partir da experiência sensorial direta, ou seja, é construído mediante a informação proveniente dos sentidos; o segundo nível, microscópico, refere-se às representações abstratas, como por exemplo os modelos que os estudantes têm sobre a ciência associados ao esquema de partículas; o terceiro nível é chamado de simbólico, que expressa os conceitos químicos que os estudantes têm a partir de fórmulas, equações químicas, expressões matemáticas, gráficos, diagramas, dentre outros.

Diante desse enfoque, o ensino de ciências no espaço escolar, no decorrer dos anos, configura-se por métodos tradicionais na utilização de representações, ou seja, pelo conhecimento das fórmulas, equações, gráficos, ligações e mecanismos de reações, dentre outros meios simbólicos. No entanto, esse não deveria ser o objetivo principal no ensino e aprendizagem de ciências.

Wartha e Rezende (2011) enfatizam que o Ensino de Ciências torna-se mais significativo quando está pautado na utilização das representações,

no desenvolvimento da imaginação, em função das evidências observadas, dos dados analisados e da capacidade de criar modelos explicativos por meio da capacidade de representar átomos, moléculas e transformações químicas, por exemplo, e usá-los na construção do conhecimento químico sobre determinado fenômeno. (p.276).

Percebe-se que a construção do conhecimento se constitui em sistemas formais interpretados. Isso significa que os modelos teóricos constituídos por um corpo de enunciados adquirem conteúdo ao serem associados, indiretamente, a aspectos observáveis da realidade exterior.

De acordo com Justi e Gilbert (2000), na Ciência, os modelos são representações não somente de objetos, mas também de eventos, processos ou ideias. Ou seja, essas representações podem acontecer de diferentes modos: concreto, verbal, matemático, visual e modo gestual. No espaço escolar, muitos estudantes se deparam com diversos modelos como forma de representar um determinado fenômeno, percebidos a partir das teorias científicas. No entanto, a autora chama a atenção para o fato de que no Ensino de Ciências, os modelos mais comuns são os concretos, desenhos, gráficos, aos quais outros recursos são adicionados, a exemplo de diagramas, analogias e simulações. Desse modo, independentemente do tipo de modelo utilizado em sala de aula, estas representações são ferramentas importantes como auxílio didático para os professores e conseqüentemente possibilitará a formação de conceitos científicos.

Para Habraken (1996, 2004) o problema é que os aspectos conceituais e lógico-matemáticos têm sido favorecidos no Ensino de Ciências em detrimento dos componentes visuais, uma vez que aparenta haver entre os professores um consenso de que os signos (imagens, figuras, diagramas) amplamente empregados na comunicação do conhecimento científico sejam meras ilustrações. Em poucas situações as abordagens didáticas exploram as potencialidades de ferramentas, quer sejam de visualizações quer sejam de quaisquer outras modalidades, que permitem ampliar o processo de percepção sobre aspectos representacionais em aulas de Ciências.

A mediação é a principal característica dos signos, pois estes se colocam entre o sujeito e o mundo, tanto para organizar atividades de produção material e simbólica, quanto para estruturar o pensamento.

Nesse contexto, a incorporação das atividades de modelagem no espaço escolar torna-se uma ferramenta didático-pedagógica que possibilita ao professor ao estudante a construção de representações facilitadoras no processo de ensino e aprendizagem, uma vez que os modelos científicos construídos no decorrer da História da Ciência são representados em três níveis do conhecimento químico: macroscópico, submicroscópico e simbólico, tornando-se portanto, uma estratégia de leitura do mundo sobre os aspectos representacionais que estão pautados os fenômenos naturais.

Desta forma, a utilização de modelos e aspectos representacionais no Ensino de Ciências reúne informações e recursos educacionais que possibilitam as atividades de aprendizagem e estratégias didático-pedagógicas que facilitam a construção de conceitos científicos.

Neste aspecto, entendemos que modelo é uma forma de mediação que o professor se apropria e utiliza como um instrumento para representar de maneira simplificada, um determinado objeto, ideias, bem como evento acontecido, um determinado sistema, com finalidades descritivas, processos ou explicativas que podem ser representados e modificadas.

;

CAPÍTULO 2 - RELAÇÃO ENTRE OS DADOS SOCIOECONÔMICOS E O DESEMPENHO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

2.1. Sexo e cognição no desempenho escolar

A inteligência humana sempre despertou pesquisas científicas nas diversas áreas do conhecimento, passando em alguns momentos a ser compreendida de forma multidimensional, como também em outros momentos de forma bidimensional.

De acordo com Wechsler e Schelini (2006) no início do século XX surgiram algumas teorias para debater o funcionamento intelectual, mas, pode-se encontrar dados de estudos realizados há 3.000 anos na China. Até o início dos anos 70, do século passado, duas grandes vertentes delineavam a maioria dos estudos sobre inteligência a visão racionalista e a tradição experimental psicométrica dos testes de inteligência, desta forma ambas progrediam independentemente nos seus estudos científicos. Sendo a visão racionalista, formulada principalmente nas contribuições teóricas de Piaget quanto ao desenvolvimento cognitivo e a perspectiva psicométrica tem dominado e orientado vastamente as controvérsias sobre inteligência há mais de meio século.

Nesse contexto histórico, Jensen (1998) também argumenta, que nessa época se tinha como fato a maior variabilidade intelectual no grupo dos homens do que no das mulheres; constatando que haveria um maior número de deficientes mentais e maior número de superdotados do sexo masculino do que do sexo feminino.

Segundo Halpern *et al.*, (2007) existe uma ampla literatura de pesquisa sobre habilidades cognitivas, desempenho escolar e sua relação com as diferenças de sexo, em que evidenciam nesses estudos as diferenças de sexo no desempenho escolar replicando as diferenças encontradas nas habilidades cognitivas. Dentre estas pesquisas (CODORNIU-RAGA; VIGIL-COLET, 2003; HALPERN, 1997; LYNN; RAINE; VENABLES; MEDNICK; IRWING, 2005) relatam que as mulheres têm melhor desempenho que os homens em tarefas que demandam processamento semântico, velocidade perceptual e memória verbal, bem como os homens apresentam desempenho superior em tarefas que se apresentam com representações que necessitam de habilidades visuo-espaciais, raciocínio abstrato e raciocínio numérico (HYDE; LINN, 1988; HYDE; FENNEMA; LAMON, 1990; VOYER; VOYER; BRYDEN, 1995).

O relatório da Baltimore County Public Schools (2005) indica que durante os primeiros anos de escolarização a diferença de sexo no desempenho escolar não aparece significativamente, dando a impressão de inexistência de diferenças entre os sexos. Mas, durante

o percurso da formação educacional dos estudantes estas emergem consistentemente favorecendo o sexo masculino.

No entanto, para Halpern e La May (2000) se existe vantagem do sexo masculino nos testes de raciocínio, ela provavelmente se relaciona ao uso de estratégias visuo-espaciais na resolução de problemas.

Para Dreyfus (1991) “visualização é um processo pelo qual as representações mentais ganham existência”. Porém, num contexto mais abrangente, “o termo visualização significa construir uma imagem visual na mente e isto é mais do que uma representação gráfica de dados ou conceitos”. Assim, “uma visualização pode vir a funcionar como uma ferramenta cognitiva, tornando-se um artifício externo para construção de conhecimentos, que se vale das capacidades perceptivas e cognitivas humanas” (ALEXANDRE; TAVARES 2007, p.4).

De acordo com Alexandre e Tavares (2007), a visualização Científica é normalmente centralizada em representar adequadamente na forma de imagens dados brutos, que passam a fornecer meios de analisar visualmente esses conjuntos de dados, sendo fundamental para a identificação de relações e dependências existentes nos mesmos. As visualizações, por intermédio das representações visuais, fornecem apoio cognitivo através de vários mecanismos que exploraram as vantagens da percepção humana, assim como a rapidez do processamento visual. No entanto, a forma como os humanos percebem e reagem ao resultado da visualização, ou seja, às imagens geradas, influenciam fortemente sua compreensão sobre os dados analisados.

Desta forma, a visualização científica caminha em conjuntos com a habilidade espacial dos estudantes, sendo que Montenegro (2003) define essa habilidade espacial como sendo a manipulação de imagens, assim como a capacidade de perceber, transformar e rotacionar diferentes informações visuais e espaciais.

Segundo Choi (2001), as habilidades espaciais compreendem três categorias distintas: rotação mental, percepção espacial e visualização espacial, pois estabelece que a rotação mental é a habilidade de manipular, rotacionar, torcer ou inverter objetos tridimensionais. No que se refere à percepção espacial, essa habilidade por sua vez determina relacionamentos espaciais a partir de informações visuais e entende que a visualização espacial consiste na manipulação de problemas visuais complexos, imaginando os movimentos relativos das partes de uma imagem.

Em termos gerais, as habilidades visuo-espaciais envolvem a ativação, retenção e/ou manipulação de representações mentais e, portanto, estão estreitamente relacionadas com a memória operacional, sendo o sistema cognitivo responsável pela retenção temporária, bem

como pelo processamento da informação durante a realização de atividades cognitivas complexas (BADDELEY, 2012).

A utilização de representações no Ensino de Ciências passa a executar tarefas que exige uma série de operações cognitivas de domínio espacial, a exemplo, de reconhecer convenções gráficas, bem como manipular informações espaciais fornecidos por uma estrutura molecular e acompanhar mentalmente algumas restrições com base em conceitos químicos. Desse modo, é provável que a aprendizagem de conceitos químicos envolva determinadas habilidades visuo-espaciais na execução de determinadas operações cognitivas (WU; SHAH, 2004).

Habilidade se refere à capacidade do indivíduo em operar, eficientemente, na esfera cognitiva, determinados tipos de informação. Nesse sentido as pessoas diferem cognitivamente não apenas uma das outras, mas também cada uma delas apresenta habilidades cognitivas em grau diferenciado (JUAN-ESPINOSA, 1997; COLOM, 1998).

Para Wartha (2013), a visualização no Ensino de Ciências, tem sido utilizada para apresentar conceitos aos estudantes presentes nos conteúdos curriculares. Conforme o autor, o termo visualização em ciências enfatizando a química como,

“o uso de qualquer tipo de representação não verbal, como por exemplo, fórmulas químicas, diagramas, gráficos, símbolos químicos, representações estruturais, fotografias, imagens, modelos, simulações, animações, softwares interativos, com existência concreta ou virtual, em formato 1D, 2D ou 3D que permitem uma “interpretação científica”. Geralmente os termos recursos visuais, ferramentas visuais, representações visuais, por exemplo, são usados como sinônimos de visualizações. No nosso entender o termo que melhor se ajustaria à visualização seria modelagem ou imaginação, uma vez que o termo visualização refere-se a ver, o que não é o caso para os entes químicos, visto que eles são modelados e/ou imaginados”. (p.78).

Justi (2011) chama atenção sobre as concepções dos professores e futuros professores de ciências, pois apresentam uma visão deformada sobre modelos. Para eles são reprodução ou cópias de alguma coisa, enquanto outros admitem nunca ter parado para pensar sobre o assunto, nesse contexto tornando-se uma problemática no processo de ensino e aprendizagem das ciências.

No entanto, a experiência com a manipulação de modelos por parte dos estudantes parece ser crucial no desenvolvimento das habilidades visuo-espaciais e que a ocorrência desse desenvolvimento auxilia os estudantes na compreensão de problemas químicos que envolvem a representação de conceitos no nível submicroscópico, determinantes para a compreensão de uma série de propriedades e reatividade de compostos (WU; SHAH, 2004; GILBERT, 2005; SILVA; RIBEIRO, 2008; RAUPP *et al.*, 2009). Esses autores concordam que a capacidade de visualização espacial em ciências é um ponto fundamental, pois sua aprendizagem envolve

habilidades visuo-espaciais que dão suporte para realizar determinadas operações cognitivas espacialmente, permitindo a transformação de representações bidimensionais em tridimensionais, usando informações explícitas para estabelecer as devidas relações visuo-espaciais.

A utilização destas informações para estabelecer a relação visuo-espacial com as representações apresentadas na resolução de problemas nos testes e nas avaliações externas são necessárias aos estudantes para obter um desempenho satisfatório durante seu percurso educacional. No entanto, segundo Eysenck e Kamin (1982) enfatizam que os homens obtêm melhores pontuações nos testes que exigem capacidade viso-espacial, pois diferentemente as mulheres apresentam maior facilidade para responder a testes verbais apresentado um desempenho relativamente superior que os homens.

Outros resultados semelhantes foram obtidos por Eleanor Maccoby e Carol Jacklin (1974), em que analisaram as diferenças de sexo nas distintas capacidades cognitivas e concluíram, que os homens eram superiores em tarefas de informação geral, mas as mulheres eram superiores em tarefas de velocidade perceptiva, em tarefas de memorização e de informações verbais.

Já Anastasi (1968) enfatiza que os homens além de melhores desempenhos em tarefas de informação geral, também apresentam melhor desempenho em tarefas de raciocínio aritmético e aptidão espacial, enquanto que as mulheres obtêm melhores pontuações em funções verbais como tarefas de soletração, uso gramatical da linguagem, em tarefas de memória e de percepção de detalhes apresentam-se com um desempenho mais elevado que o sexo masculino.

No entanto, Flores-Mendoza (2000) diz que existe “fortes evidências de diferenças de aptidão ou habilidades cognitivas, entre os sexos, não significa que os homens são superiores às mulheres, ou vice-versa”. (p.26).

Nas pesquisas, observadas a capacidade geral do indivíduo e sim à determinadas habilidades de operar com informações de natureza diversa, dentre estas, a habilidade visuo-espacial com maior frequência no sexo masculino, como também a literatura aponta que o perfil socioeconômico faz parte deste processo de desempenho escolar como um fator essencial.

2.2. Aspectos socioeconômico familiar no desempenho no Ensino de Ciências

Na literatura, são apresentadas diversas variáveis que exercem influência no desempenho escolar dos estudantes, tanto na Educação Básica quando no Ensino Superior. Dentre os fatores mais apresentados pelas pesquisas acerca desta temática destacando-se como fatores influenciadores do desempenho escolar: a) o chamado *background* familiar que

caracteriza o nível de escolaridade dos pais dos estudantes, b) a qualidade da escola na qual o estudante frequenta e/ou frequentou sua educação, c) a renda familiar, d) sexo do estudante, e) o tipo de escola de origem do estudantes (pública ou privada) como determinantes do rendimento escolar dos estudantes, e) o perfil socioeconômico, dentre outros variáveis essenciais.

No Brasil, grande parte da variação no desempenho escolar está associada ao nível socioeconômico e as características familiares, ou seja, filhos de famílias com melhores condições socioeconômicas tendem a terem melhores desempenhos, maiores alcances e melhores performances nos resultados educacionais. (REZENDE e CANDIAN, 2012).

Para Burchinal *et al.*, (2002) sobre a perspectiva da interação e participação dos pais no espaço escolar, os estudantes tendem a mostrar melhores habilidades acadêmicas se os pais tiverem maior envolvimento nas atividades escolares e maior grau de escolaridade. Segundo os autores, quando os pais são mais participativos, os estudantes demonstram maior competência para a leitura, diminuindo os riscos de insucesso escolar.

De acordo com Szymanski (1997), escola e família são instituições que têm em comum a preparação dos estudantes para a sua futura inserção na sociedade e cidadania. A família é fundamental em transição como outras tantas em nossa sociedade, o que é natural em uma sociedade em progresso. A família parece estar procurando se ajustar aos novos movimentos e idealizações sociais. Percebe-se que a família de hoje em comparação a de dez anos atrás, apresenta diferenças, mas não necessariamente desequilíbrio.

Para Carvalho (2000), o estudante deve ser preparado para interagir com o contexto que o cerca e a escola deve aprender a conviver com as diferenças e as constantes mudanças familiares. A escola em sua totalidade deve participar ativamente dessas mudanças, ou seja, promover mudanças em sua forma de atuação, a fim de que saiba lidar tanto com a família que dispõem pouco tempo para uma participação efetiva como a aquelas cujos pais não disponibilizam de tempo, pois é importante considerar que esta tem preocupações similares à daquelas que se apresentam com maior frequência nas atividades escolares.

Segundo Hanushek (2006), são as habilidades cognitivas dos indivíduos que se colocam como a componente do capital humano referente à sua qualidade. Outro fator, é a escolaridade que contribuem para a formação de habilidades cognitivas, como fatores familiares e habilidades individuais dentre outros fatores. Nesse contexto, o desempenho de estudantes em testes padronizados, geralmente aceitos como medida da qualidade da educação, presta-se a ser

medida das habilidades cognitivas e, portanto, a ser usado em estudos que buscam entender os impactos destes fatores.

Riani e Rios-Neto (2008) estudaram a probabilidade de um estudante cursar o ensino fundamental e médio, utilizando uma abordagem hierárquica. Os autores citados evidenciaram a importância da educação materna nos indicadores educacionais, uma vez que a probabilidade de um estudante concluir o ensino fundamental e médio aumenta conforme cresce o nível de escolaridade da mãe. Tal resultado evidencia a alta estratificação educacional existente no Brasil, uma vez que o desempenho escolar de sua população está altamente ligado a sua origem social.

Lahire (1997) considera que o fracasso escolar e sucesso escolar são noções vagas, pois o “sentido e as consequências do ‘fracasso’ e do ‘sucesso’ variam historicamente” (p. 53), dependem do momento histórico e da posição socioeconômica do sujeito envolvido.

Andrade *et al.*, (2003) nos debates sobre as diferenças de sexo no desempenho escolar, um dos pontos a ser considerado são as diferenças em relação ao nível socioeconômico do estudante, pois as diferenças em média por sexo são mais baixas nas escolas de alto nível socioeconômico, sendo por outro lado elevado nas escolas em que o nível socioeconômico é mais baixo.

A pesquisa de Barros *et al.*, (2001) investigaram os determinantes do baixo desempenho escolar, essa análise desenvolvida por esses autores, focou-se no grupo de indivíduos com faixa etária no intervalo compreendido entre os 11 e 25 anos, residentes das regiões urbanas do Nordeste e Sudeste Brasileiro. Dentre as variáveis estabelecidas na análise, o fator escolaridade dos pais, principalmente a da mãe, é um dos fatores mais importantes na determinação do desempenho escolar dos jovens pesquisados.

Já para Menezes Filho (2006), em seus estudos concluiu que, mesmo levando em consideração todas as variáveis familiares dos indivíduos, os estudantes matriculados em escolas particulares possuem melhor desempenho escolar que os estudantes da rede pública de ensino. Ressalta ainda, que fatores ligados às características dos estudantes e de suas famílias são as que mais explicam o desempenho escolar dos estudantes.

Oliveira e Melo-Silva (2010) realizaram um estudo acerca da influência de variáveis socioeconômicas e culturais na trajetória de carreira de graduados, nos anos de 2003 e 2004, em Química, Ciências Biológicas e Psicologia de uma universidade pública do interior do estado de São Paulo. Verificando-se como resultado que a variável escolaridade dos pais do nível socioeconômico e a natureza do ensino cursado (público ou particular) estão relacionados,

de forma proporcional, ao sucesso obtido pelo estudante no exame vestibular, assim como com a escolha da carreira profissional.

Diante do exposto, os autores propõem que um aumento na qualidade da escola seja utilizado para minimizar o efeito da origem social do estudante, ou seja, existe um efeito substituição entre a educação materna e a qualidade da rede de educação.

Segundo Silva Júnior e Sampaio (2009) o nível de escolaridade dos pais *background* familiar também exerce uma correlação positiva, e com um efeito ainda maior sobre a escolarização desses indivíduos quando comparada com a qualidade da escola.

Lee e Barro (2001) concluíram que a qualidade do ensino é relacionada positivamente a fatores familiares a exemplo da educação dos pais e renda familiar, fato esse que corrobora a relação entre habilidades cognitivas, desempenho escolar e fatores familiares.

Nesse contexto, observa-se que a partir de diferentes variáveis que devem ser consideradas em relação ao desempenho escolar, dentre estes o fator socioeconômico, escolaridade dos pais, tipo de escola, aspectos cognitivos e suas habilidades visuo-espacial na resolução de problemas, dentre outros são os que mais estão relacionados com o desempenho escolar dos estudantes.

CAPITULO 3 - ABORDAGEM METODOLÓGICA

Nesta pesquisa adotou-se uma abordagem mista entre métodos quantitativos e qualitativos, para análise e discussão das categorias estabelecidas, sendo por meio da análise estatística vincular interpretações numéricas no índice de acerto dos itens. Por sua vez, a análise qualitativa se debruça nas explicações sobre o desempenho em percentagem dos itens, que tem como base a interpretação e resolução de problemas científico da prova de Ciências Naturais e suas Tecnologias de 2012 a 2014.

Desta forma, Fonseca (2002) conceitua a pesquisa quantitativa como sendo os resultados que podem ser quantificados, pois,

as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. A utilização conjunta da pesquisa qualitativa e quantitativa permite recolher mais informações do que se poderia conseguir isoladamente (p. 20).

Segundo Flick (2002) a pesquisa qualitativa “consiste na escolha correta de métodos e teorias oportunos, no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas, nas reflexões dos pesquisadores a respeito de sua pesquisa como parte do processo de produção de conhecimento” (p. 20).

Essa abordagem mista apresenta diferenças divergentes e convergente, em que a quantificação no tratamento das informações, utilizando-se técnicas estatísticas, objetivando resultados que evitem possíveis distorções de análise e interpretação dos dados

Já a análise qualitativa, descreve a complexidade de determinado problema, sendo necessário compreender e classificar os processos dinâmicos vividos nos grupos, contribuindo no processo de mudança, possibilitando o entendimento das mais variadas particularidades dos indivíduos. No entanto, os elementos convergentes de um complementam as divergências do outro.

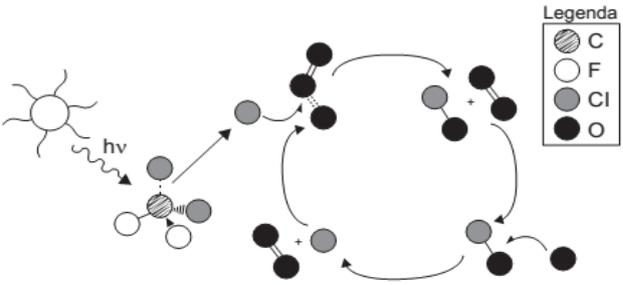
A seleção dos sujeitos (participantes) da pesquisa foram os estudantes que realizaram o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) no Estado de Sergipe – SE nas edições de 2012, 2013 e 2014. Tendo como critérios de seleção as participações válidas do Exame, sejam estes da rede pública e privada, bem como os que já concluíram esse nível de Ensino Médio.

Os itens apresentados nos cadernos da prova do ENEM geralmente são compostas de um enunciado, de um suporte, de um comando e das alternativas de respostas, sendo apenas uma correta, como apresentado na Figura 3.

Figura 3 - Representação da questão 48 prova Azul de CN - ENEM – 2014.

A liberação dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) na atmosfera pode provocar depleção de ozônio (O_3) na estratosfera. O ozônio estratosférico é responsável por absorver parte da radiação ultravioleta emitida pelo Sol, a qual é nociva aos seres vivos. Esse processo, na camada de ozônio, é ilustrado simplificada na figura.

Enunciado



Legenda
 C (Carbono, hachurado)
 F (Flúor, branco)
 Cl (Cloro, cinza)
 O (Oxigênio, preto)

Suporte

Quimicamente, a destruição do ozônio na atmosfera por gases CFCs é decorrência da

Comando

Alternativas

- A** clivagem da molécula de ozônio pelos CFCs para produzir espécies radicalares.
- B** produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.
- C** oxidação do monóxido de cloro por átomos de oxigênio para produzir átomos de cloro.
- D** reação direta entre os CFCs e o ozônio para produzir oxigênio molecular e monóxido de cloro.
- E** reação de substituição de um dos átomos de oxigênio na molécula de ozônio por átomos de cloro.

Fonte: Caderno Azul de CN – ENEM 2014

A partir do objetivo da pesquisa, ou seja, analisar o desempenho dos participantes do Estado de Sergipe – SE, nos itens da área Ciências Naturais e suas Tecnologias que abordam conceitos relacionados ao Ensino de Ciências que trazem na sua estrutura o suporte representacional, habilidade ou Linguagem natural (texto) entre 2012 a 2014.

Como critério de classificação do desempenho nos itens analisados, consideramos o índice de acerto, segundo a teoria clássica de avaliação, que trata-se de um indicador para estabelecer o desempenho dos participantes na prova.

De acordo com Crocker e Algina (1986), esse índice resulta da razão entre o número de participantes que responderam corretamente o item e o número total de respondentes, multiplicado por 100, ou os itens perguntas.

$$IA = \frac{C}{S} \times 100$$

Sendo identificar da seguinte forma:

- **IA** = Índice de Dificuldade ou Acerto
- **C** = são as respostas corretas
- **S** = é o número de estudantes sujeitos à prova

A partir dessa informação, consideramos os índices de acertos de acordo com o desempenho em cada item segundo o Quadro 1.

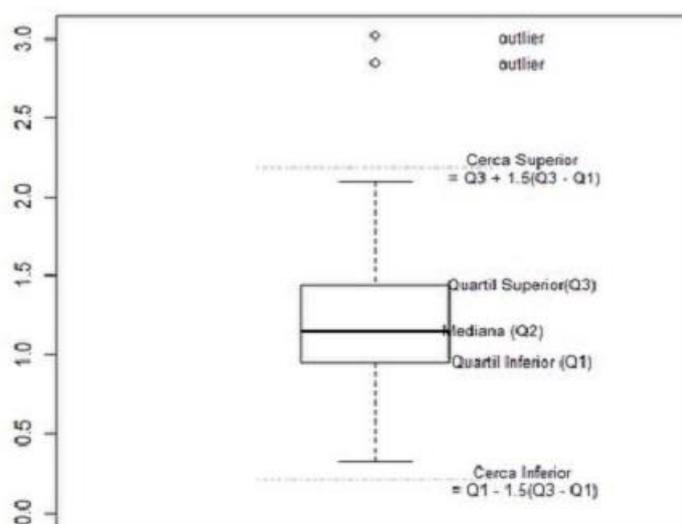
Quadro 1 - Classificação em índice em porcentagem de acertos dos itens pelos participantes.

Acima de 80 % a 100%	Muito alto
Acima de 60% a 80%	Alto
Acima de 40% a 60%	Médio
De 20% a 40%	Baixo
De 0% a 20%	Muito baixo

Fonte: Adaptado de Núñez *et al.*, (2005).

Nesse sentido, utilizou-se também o box-plot para uma comparação visual entre as três dependências de ensino (Federal, Estadual e Privado), comparadas no seguinte figura 4.

Figura 4 - Esquema de interpretação do gráfico tipo Box-plot.



Fonte: Silva (2011)

De acordo com Silva (2011) o gráfico consiste em um conjunto de dados em uma linha que se estende a partir do valor mínimo para o valor máximo, em uma caixa com linhas verticais desenhadas no primeiro quartil (Q1) com aproximadamente 25% dos valores. No terceiro quartil (Q3) com aproximadamente 75% dos valores, bem como a mediana. Na estatística descritiva e análise exploratória de dados e comparação, o Box-plot é um gráfico criado para identificar *outliers*, valores que são bastante incomum, no sentido de que eles estão longe de a maioria dos dados.

Nessa perspectiva, nos itens a propostas de análise foi verificar se quando o suporte apresenta aspectos representacionais e/ou habilidade e linguagem natural interferem com dificuldade no desempenho dos participantes. Sendo que, para alcançar o objetivo estabelecido nesta pesquisa, seguimos o seguinte percurso metodológico:

3.1. BANCO DE DADOS DO ENEM

3.1.1. Download dos microdados do ENEM

O Download dos microdados e o questionário socioeconômico para análise foi diretamente no site do INEP (<http://portal.inep.gov.br/basica-levantamentos-acessar>), nesse endereço eletrônico encontra-se os microdados gerados dos exames realizados pelo INEP. Os arquivos podem ser obtidos via download, que contêm inputs (canais de entrada) para leitura utilizando o software SPSS.

A utilização dos microdados partiu pela grande quantidade de dados fornecidos após a realização da avaliação nacional do ENEM, que todo ano apresenta um elevado número de participantes que prestam o Exame. Uma vez que os participantes respondem um questionário socioeconômico e posteriormente se debruçam na resolução das avaliações referentes as quatro áreas do conhecimento do Ensino Médio.

3.2. Seleção e critérios utilizados na categorização dos itens da prova CN – ENEM

Para essa pesquisa foram selecionadas os cadernos azuis das edições de 2012 a 2014 de Ciências da Natureza e suas Tecnologia do Exame Nacional do Ensino Médio. A partir da leitura dos itens, selecionamos e categorizamos de acordo com a estrutura dos itens que se apresentam com suporte representacional, habilidade e linguagem natural de acordo com a matriz de referência do ENEM.

No primeiro momento será analisado a pontuação total das dependências de Ensino Médio do Estado de Sergipe – SE e partir do referencial teórico adotado nesse trabalho e dos itens de natureza objetiva foram elaboradas categorias, tendo como base a análise dos

enunciados, suporte, classificação das competências e habilidades exigidas em cada um dos itens selecionados das provas, num diálogo entre a teoria e prática. Foi possível agrupar o desempenho dos estudantes em função das categorias propostas. As categorias utilizadas na realização das análises dos resultados da pesquisa, são:

3.2.1. Categoria I - Itens com suporte representacional

São itens que de acordo com a matriz de referência não mencionam necessidade de habilidades sobre uso de representação (equações químicas, fórmulas molecular, gráfico, diagramas cartesianos, dentre outros), usadas nas ciências da natureza para resolução do problema apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Itens selecionados com as Competências e Habilidades

Categoria suporte representacional – Prova azul – 2012		
Itens	Competência	Habilidade
53	C5	H19
56	C4	H15
59	C7	H26
67	C5	H18
77	C2	H7
82	C2	H8
85	C4	H16
89	C7	H15
Categoria suporte representacional – Prova azul – 2013		
Itens	Competência	Habilidade
46	C6	H20
48	C6	H22
54	C7	H27
64	C5	H19
66	C2	H7
69	C7	H27
73	C8	H29
83	C2	H5
85	C6	H21
86	C5	H18
Categoria suporte representacional – Prova azul – 2014		
Itens	Competência	Habilidade
48	C3	H10
54	C1	H4
55	C2	H6
57	C2	H5
62	C6	H21
67	C1	H3
69	C3	H11

70	C7	H27
80	C5	H19
81	C8	H29
82	C6	H20

Fonte: Caderno azul – ENEM – 2012, 2013 e 2014.

3.2.2. Categoria II – Itens com suporte habilidade

Nessa categoria são itens, que na sua elaboração foi utilizado o critério da matriz de referência utilizando as habilidade que envolvem diferentes formas de linguagem científica, representação, símbolos, códigos, nomenclatura e caracterização de materiais ou substâncias, identificando etapas, obtenção ou produção usadas nas Ciências da Natureza.

Tabela 2 - Itens selecionados com base nas Competências e Habilidades

Categoria suporte habilidade – Prova azul – 2012		
Itens	Competência	Habilidade
49	C7	H24
58	C7	H25
60	C5	H17
66	C7	H25
79	C7	H25
90	C7	H25
Categoria suporte habilidade – Prova azul – 2013		
Itens	Competência	Habilidade
47	C7	H24
58	C7	H24
68	C5	H25
71	C7	H25
87	C5	H17
90	C5	H17
Categoria suporte habilidade – Prova azul – 2014		
Itens	Competência	Habilidade
58	C7	H24
59	C7	H25
64	C5	H17
65	C7	H24
77	C7	H24
78	C7	H25
83	C5	H17
88	C7	H25

Fonte: Caderno azul – ENEM – 2012, 2013 e 2014.

3.2.3. Categoria III - Itens com suporte linguagem natural

Nessa categoria são os itens que no seu enunciado se apresentam predominantemente em forma de linguagem natural ou texto explicativo na solução do problema.

Tabela 3 - Itens selecionados com as Competências e Habilidades

Categoria Suporte linguagem natural (texto) – Prova azul – 2012		
Itens	Competência	Habilidade
70	C7	H27
76	C1	H4
86	C4	H15

Categoria Suporte linguagem natural (texto) – Prova azul – 2013		
Itens	Competência	Habilidade
59	C3	H9
61	C1	H2
74	C3	H8
77	C7	H26
81	C1	H4
89	C6	H21

Categoria Suporte linguagem natural (texto) – Prova azul – 2014		
Itens	Competência	Habilidade
51	C3	H8
56	C7	H26
68	C5	H19
75	C4	H15
84	C1	H1
86	C7	H24

Fonte: Caderno azul – ENEM – 2012, 2013 e 2014.

Após categorização dos itens e identificação das competências e habilidades avaliadas nas provas aplicadas de 2012 a 2014, foram desenvolvida a análise dos dados com o intuito de se estabelecer as relações referentes à problemática investigada nessa pesquisa.

3.3. TRATAMENTO ESTÁTICO DOS DADOS

3.3.1. Análise descritiva

A partir do banco de dados dos participantes de Sergipe – SE foram feitas as estatísticas descritivas para cada item das categorias I, II, III, utilizando o programa estatística¹, obtendo o índice de acertos em percentagem para cada item selecionado.

De acordo com Nuñez *et al.*, (2011) a estatística descritiva, “possibilita a redução de dados quantitativos e qualitativos da população ou da amostra, para uma leitura mais simplificada, de modo a se poderem avaliar as variáveis para se responder às questões de estudo”. (p.6).

Nessa pesquisa, a discussão dos resultados está organizada em função das categorias, a fim de se obter uma sequência que integre a solução do problema e o objetivo geral da pesquisa,

¹ SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 23, licença de nº 10101151124.

sendo os resultados apresentados em tabelas com índice de percentagem de acertos por itens e gráficos expressando as comparações entre as variáveis do questionário socioeconômico (estabelecimento de ensino, escolaridade familiar e renda familiar) cruzadas com as categorias, oferecendo discussão mais abrangente dos resultados da pesquisa, sobre os possíveis fatores que interferem no desempenho dos participantes nessa avaliação em larga escala.

Entendemos que a análise descritiva simples desses dados é importante, pois esses resultados podem ser utilizados pelos professores na Educação Básica, para desenvolver uma reflexão sobre a compreensão da aprendizagem dos estudantes, a partir do suporte representacional e utilização da linguagem científica, textos científicos, habilidade cognitivas dentre outros, no Ensino de Química.

No primeiro momento, foi feita a verificação dos dados sobre o que esses resultados revelam a respeito dos aspectos representacionais no desempenho dos participantes nos itens de Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia), logo após o cruzamento com as variáveis do questionário socioeconômico do ENEM.

CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse capítulo, apresentamos os resultados obtidos a partir da análise dos dados referentes aos participantes do Estado de Sergipe – SE, que submeteram-se a avaliação nacional do Ensino Médio – ENEM. Os sujeitos desse estudo totalizam o número de 61.112, referente aos três anos das edições, ou seja, esses participantes foram os que responderam os itens selecionados do caderno azul, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Quantidade de participantes da prova azul – ENEM.

Nº participantes		Dependência de ensino				Sexo			
		Pub.	(%)	Priv.	(%)	Mas.	(%)	Femin.	(%)
2012	16.164	2.699	70,25	1.143	29,75	5.971	36,90	10.193	63,10
2013	20.708	2.978	80,00	1.218	20,00	7.746	37,40	12.962	62,60
2014	24.240	14.002	79,30	3.664	38,40	9.306	38,40	14.936	61,60
Total	61.112	19.679	76,51	6.025	29,38	23.023	37,56	38.091	62,43

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses resultados observados na Tabela 4, mostra a variação do quantitativo de participantes a cada ano, pois observa-se o crescimento em número de participantes, tanto da rede pública quanto da rede e privada de Ensino Médio. É mostrado, também o número de participantes por sexo, apresentando uma maior frequência de participantes do sexo feminino nas três edições do ENEM. Observa-se, que em Sergipe a diferença na proporção entre Masculino e Feminino é significativo diferentemente do PNAD (2013), o Brasil tem uma população demográfica de quase 6 milhões de mulheres a mais que homens, sendo a pesquisa realizada pelo IBGE revelando que são 103685 milhões de mulheres, contra 97782 milhões de homens. Na região Nordeste, tendo um quantitativo de 28,8 milhões de mulheres e 27 milhões de homens, nesse mesmo contexto a população do Estado de Sergipe - SE no ano de 2014 é composta de 51,07 % de mulheres e de homens chegando a 48,93% da população estimada. (IBGE, 2016).

Segundo os dados fornecidos pelo Censo Demográfico (2010) da educação, o número de estudantes registado é 2.068.017 regularmente frequentes na escola, sendo um total de 89.737 estudantes no Ensino Médio, 73.254 (81,63%) estudantes na rede pública e 16.483 (18,41%) na rede particular. (IBGE, 2010).

Nesse primeiro momento, torna-se fundamental identificar a pontuação total das redes de Ensino Médio, para possibilitar uma leitura quantitativas dos resultados nestas dependências. Desta forma, os seguintes resultados apresentados na Tabela 5, tendo as escolas Federais e

Privadas uma média equivalente, uma vez que a escola pública apresenta uma média consideravelmente baixa para todas as edições analisadas.

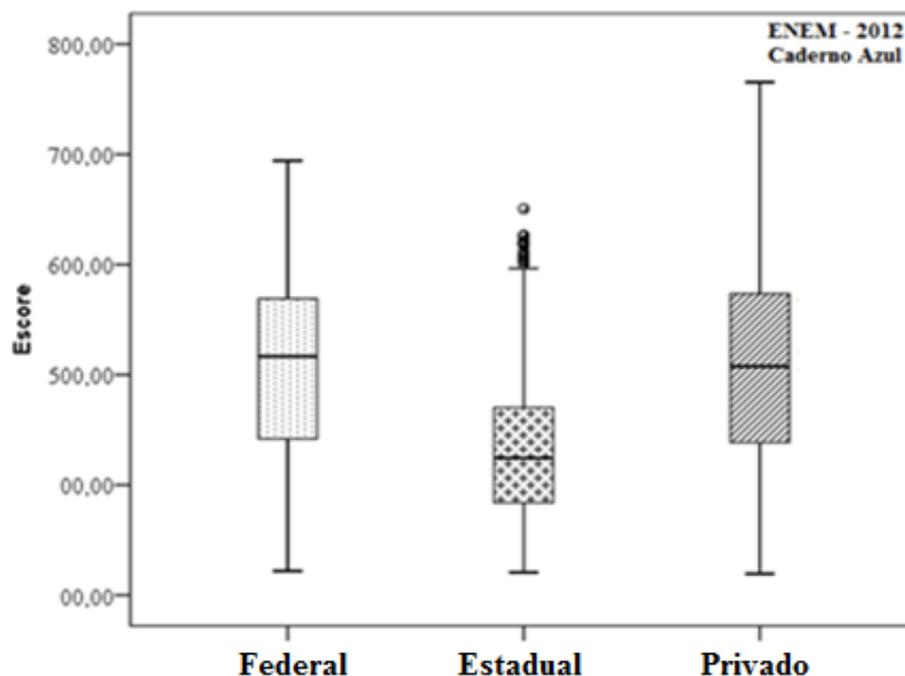
Tabela 5 - Média da pontuação total na prova de CN.

Área – Ano	Federal	Estadual	Privada
CN – 2 012	512,77	430,90	511,15
CN – 2 013	513,38	438,40	513,91
CN – 2 014	547,40	456,10	523,70
Total	524,51	441,80	516,25

Fonte: Elaborado pelo autor.

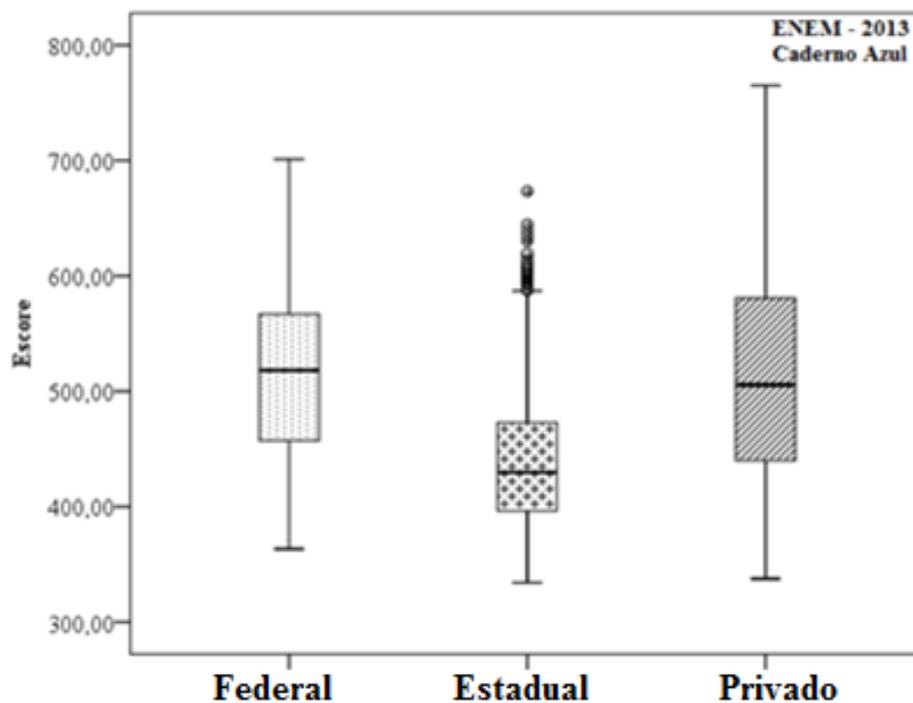
Fato esse que pode ser observado mais significativamente na distribuição de escores dos participantes que realizaram a prova no caderno azul e comparar nos três anos de avaliação analisadas. Essas comparações de resultados estão apresentadas nos gráficos de *box-plot* por dependências de Ensino Médio (Gráficos 4,5 e 6).

Figura 5 - Box-plot para variável escore (pontuação total na prova de CN) por dependência escolar



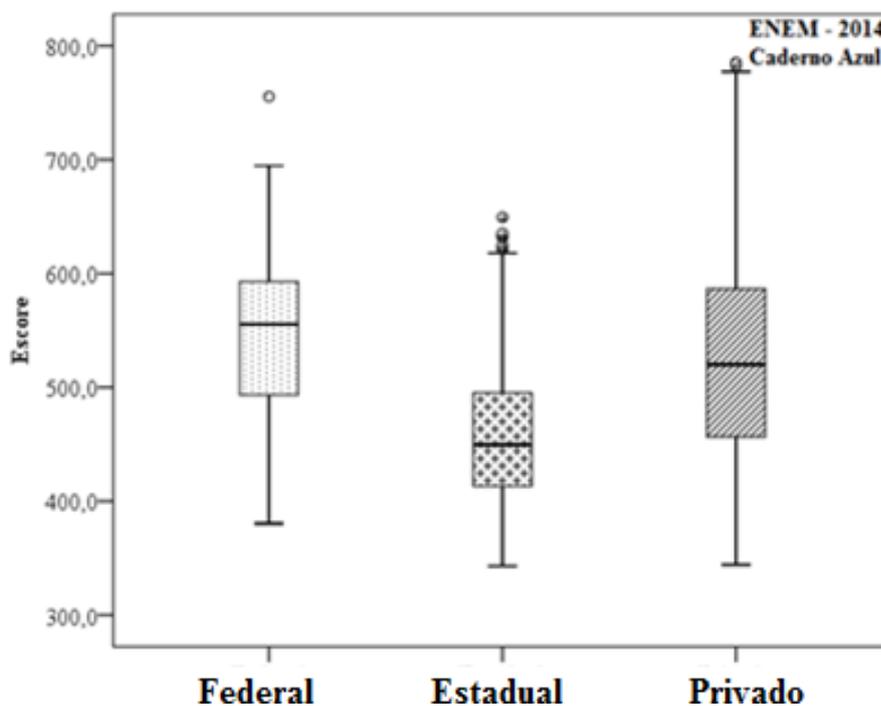
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 6 - Box-plot para variável escore (pontuação total na prova de CN) por dependência escolar.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 7 - Box-plot para variável escore (pontuação total na prova de CN) por dependência escolar



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se nos Box-plots a comparação na distribuição das pontuações por dependência de Ensino Médio nas escolas Federais, Estaduais e Privadas. Pode-se verificar que as escolas Federais e Privadas não foi observada diferença significativas nas notas, apresentando uma forma semelhante na distribuição das pontuações.

Em relação a amplitude no valor máximo as escolas Privadas obtiveram pontuações maiores em comparação as demais dependências de Ensino Médio. Quando observado os dados das escolas Estaduais, nota-se que há uma diferença significativa, sendo verificado que nas três edições do Exame, a maioria dos candidatos obtiveram pontuação inferiores quando comparados aos da federal e privado.

4.1. As análises das categorias com os itens da prova – ENEM – 2012 a 2014

Com base nas competências gerais a serem desenvolvidas na área de Ciências da Natureza suas Tecnologias destacamos os domínios das representações e comunicação, uma vez que a Química é considerada um instrumento de formação humana e um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade.

Sendo composta por uma linguagem científica que necessita de ser compreendida pelos estudantes para poder interpretar os fenômenos do mundo natural, envolvendo-se na leitura e interpretação de códigos, nomenclaturas e textos próprios da Ciências, bem como no entendimento das diferentes formas de representação, na busca de informações, na elaboração e análise crítica de diferentes tipos de textos científicos e outra forma de comunicação (BRASIL, 2002).

Os PCNEM (BRASIL, 1999, p. 34) enfatizam que a disciplinas de ciências possui uma “linguagem própria para a representação do real”, na qual se utilizam de diferentes formas de representação sejam esses (símbolos, fórmulas, gráficos, tabelas, dentre outros).

No que se referem às habilidades e competências associadas à sua componente curricular na perspectiva dos PCN⁺ enfatizam a necessidade de,

Identificar e relacionar unidades de medidas usadas para diferentes grandezas, como massa, energia, tempo, volume, densidade, concentração de soluções; ler e interpretar informações de dados com diferentes linguagens ou formas de representação, como símbolos, fórmulas e equações químicas, tabelas, gráficos, esquemas, equações; selecionar e fazer uso apropriado de diferentes linguagens e formas de representação, como esquemas, diagramas, tabelas, gráfico, traduzindo umas nas outras. (...) Analisar e interpretar diferentes tipos de textos e comunicações referentes ao conhecimento científico e tecnológico (BRASIL, 2001, p. 89).

Nessa perspectiva, observa-se a importância do Ensino de Ciências que se pauta na inserção dos aspectos representacionais na sala de aula, para possibilitar uma leitura e compreensão da linguagem científica nos conteúdos escolares.

A leitura e compreensão dos itens que compõem o Banco de Itens é fundamental ao participante. Esses são elaborados de acordo com as orientações presentes no Guia de Elaboração e Revisão de Itens (BRASIL, 2010). Segundo esse guia cada item do exame deve ser estruturado de modo que se configure uma unidade de proposição e que seja elaborado atendendo a uma única habilidade da matriz de referência. Todos esses itens na avaliação do devem obedecer à mesma elaboração estrutural, ou seja, apresentar: o texto-base, enunciado e as alternativas. O pressuposto para que o item seja considerado adequado é que ele apresente “uma articulação entre elas e explicitar uma única situação-problema e uma abordagem homogênea de conteúdo”. (BRASIL, 2010, p. 9).

Nesse estudo, ao analisarmos os itens consideramos a estrutura adotada pelo INEP, mas inserindo mais uma estrutura característica denominada de suporte do enunciado, que fornece mais um elemento na análise da situação problema. Apresentamos, nesse momento os resultados da pesquisa de acordo com o índice de acerto, considerando as categorias, tendo com discussão inicial a categoria I.

4.2. Categoria I – Itens com suporte representacional

Como mencionado, nessa categoria foram analisados os itens que de acordo com a matriz de referência do ENEM, que não mencionam necessidade de habilidades sobre uso de representação (equações químicas, fórmulas moleculares, gráfico, diagramas cartesianos, dentre outros) usado nas Ciências da Natureza para resolução do problema. Os resultados dos itens selecionados estão apresentados Tabela 6.

Tabela 6 - Índice de acerto em percentagem nos itens da Categoria I por ano

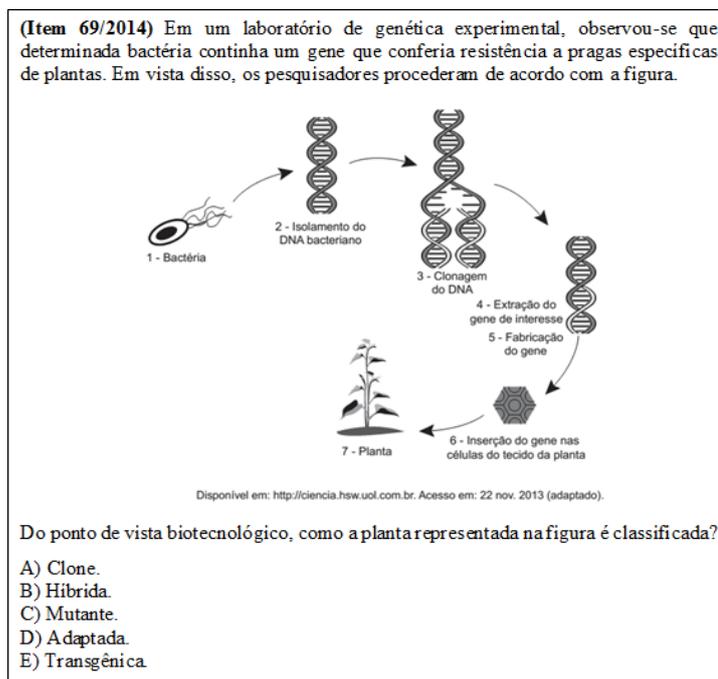
ANO								
2012			2013			2014		
Itens	(%)	Clas.	Itens	(%)	Clas.	Itens	(%)	Clas.
53	26,6	Baixo	46	16,1	Muito Baixo	48	19,5	Muito Baixo
56	37,6	Baixo	48	18,7	Muito Baixo	54	28,7	Baixo
59	24,2	Baixo	54	30,9	Baixo	55	26,5	Baixo
67	29,8	Baixo	64	21,8	Baixo	57	24,5	Baixo
77	25,1	Baixo	66	17,3	Baixo	62	11,6	Muito Baixo
82	21,2	Baixo	69	22,7	Baixo	67	14,0	Muito Baixo
85	33,5	Baixo	73	17,8	Muito Baixo	69	45,6	Médio
89	19,3	Muito Baixo	83	14,0	Muito Baixo	70	14,7	Muito Baixo
-	-	-	85	15,3	Muito Baixo	80	36,0	Baixo
-	-	-	86	19,4	Muito Baixo	81	29,3	Baixo
-	-	-	-	-	-	82	12,8	Muito Baixo
Média	27,2	Baixo	-	19,4	Muito Baixo	-	23,9	Baixo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados apresentados nesta Tabela 6, tem-se o índice de acertos nas três edições, em que não obteve-se resultados satisfatórios, pois são classificados com um desempenho muito baixo, baixo, apenas no ano de 2014 um item com um percentual de acerto médio de 45,6%.

Esse item traz uma contextualização sobre a engenharia genética realizadas em plantas para melhor a resistência contra pragas específicas deste vegetal, Figura 7.

Figura 8 - Maior percentagem de acertos dos itens.



Fonte: Caderno de CN azul do ENEM aplicada em 2014.

Esse item traz no seu enunciado uma breve contextualização sobre a situação problema, bem como o suporte representacional organizado com imagens e legendas explicativas sobre todo o processo até a formação da planta transgênica fundamentado na engenharia genética. Uma vez que o DNA do organismo (bactéria) é isolado e adicionado ao DNA de outro organismo (planta) que se torna capaz de expressar estes genes, tornando-se, a partir disto, a planta resistente a este tipo de pragas. Esse item se destacou entre as representações analisadas desta categoria.

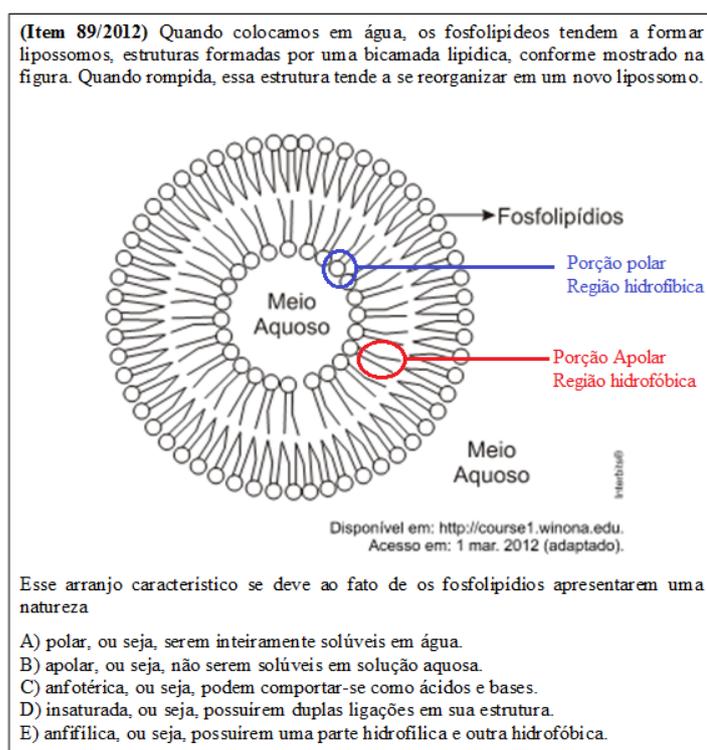
Inferimos esse desempenho médio devido a organização estrutural do item, apresentando o enunciado fazendo referências ao contexto do conhecimento científico estudado, com um suporte representacional caracterizando os processos científicos com as imagens ilustrativas e legendas explicativo. Os participantes têm a possibilidade de visualizar e realizar leitura do texto, imagens e legendas para realizar a resolução de acordo com o comando do item. Sendo de acordo com todo processo estudado e do ponto de vista da biotecnologia uma planta transgênica.

Nesta perspectiva, apresentamos a seguir um estudo dos itens de Ciências da Natureza classificados com um índice de acertos (Quadro 1) em relação ao desempenho em percentagem

dos acertos. Também, nessa análise qualitativa apresenta-se a habilidade correspondente ao item de acordo com a Matriz de Referência, e sua resolução comentada em cada um dos itens.

Para análise e discussões foram selecionados alguns itens com desempenho classificados como muito baixo de acertos na marcação no gabarito. Os itens do suporte representacional que obtiveram a menor percentagem de acerto foram escolhidos para realizar as discussões.

Figura 9 - Itens prova Azul ENEM 2012



Fonte: Caderno de CN azul do ENEM aplicada em 2012.

Observava-se, nesse item uma argumentação em relação aos fosfolípidos colocados em água, pois tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura acima. Enfatizando que quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.

A Tabela 7 de percentuais de marcação do gabarito e dos distratores revela que os participantes, em sua maioria não conseguiram interpretar a leitura do enunciado, bem como a falha na interpretação do suporte representacional, visto que 27,3% marcou o distrator D afirmando que é, insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura. No entanto, a alternativa correta é a letra E com 19,3% exigindo dos participantes conceitos científicos dos conteúdos e sobre os aspectos representacionais apresentados no suporte para ser interpretado.

Tabela 7 - Percentual de marcação e frequência por alternativas 2012 no item – 89/2012

Alternativa	Freq	(%)
A	2.967	18,4
B	3.622	22,4
C	1.835	11,4
D	4.420	27,3
E ²	3.119	19,3
Branco	178	1,1
Inválido	23	0,1
Total	16.164	100,0

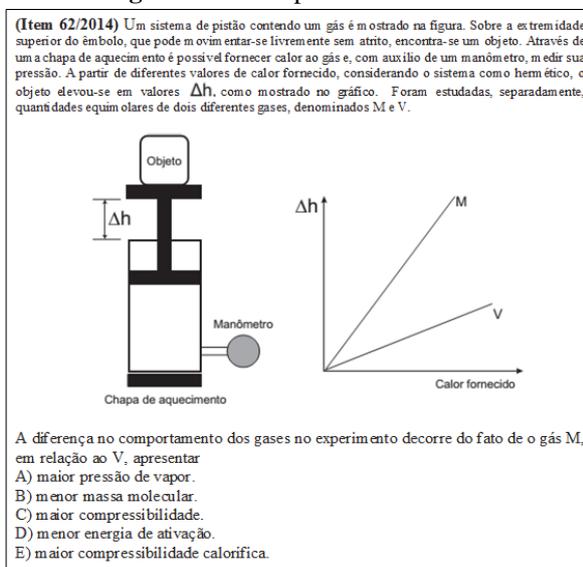
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os participantes deveriam chegar na sua resolução a partir de conceitos científicos e observando na representação, no qual o arranjo mostra a parte polar em contato com o meio aquoso e a parte aquosa na camada lipídica, uma vez que a literatura descreve a representação de um fosfolípido com natureza anfifílica, ou seja, possuem uma parte hidrofílica (polar) e outra hidrofóbica (apolar).

A habilidade (H15) se refere a “interpretar modelos e experimentos para explicar fenômenos ou processos biológicos em qualquer nível de organização dos sistemas biológicos”.

Gorri e Eichlir (2013) enfatizam que, geralmente os modelos utilizados em química são representações de três níveis fenomenológicos da realidade: o macroscópico e tangível, o submicroscópico, em que estão os átomos, moléculas e, o simbólico referente às representações alfabéticas e matemáticas. Nessa perspectiva, esse grau de abstração fenomenológica contribui para dificuldades no processo de elaboração conceitual por parte dos estudantes.

Figura 10 - Item prova Azul ENEM-2014



Fonte: Caderno de CN azul do ENEM aplicada em 2014.

² Alternativa correta (E)

O problema deste item se debruça sobre um experimento envolvendo dois gases, denominados M e V, sendo um sistema de pistão mostrado na figura. No enunciado, enfatizam as explicações sobre o problema a ser solucionado, tendo como auxílio um gráfico em relação ao comportamento durante a realização do experimento sobre os gases.

Esse item exige do participante a habilidade (H21), ou seja, “utilizar leis físicas e (ou) químicas para interpretar processos naturais ou tecnológicos inseridos no contexto da termodinâmica e(ou) do eletromagnetismo”. Observa-se que o item está inserido no contexto da termodinâmica, pois abordam conceitos relacionados a duas formas de energia, o calor e trabalho. Desta forma, os conceitos cinéticos e as representações matemáticas que compõem a linguagem científica são essenciais na resolução do problema, os participantes, poderiam supor que o propósito de se colocar um objeto sobre a extremidade superior do êmbolo é garantir que a pressão possa permanecer constante durante o aquecimento realizado no experimento, ou seja, que os gases nesse caso admitidos como (ideais) sofrerão transformações isobáricas. Desde que, haja uma mesma variação Δh para os dois gases M e V.

Utilizando a linguagem conceitual e matemática, temos que considera A como sendo a área da secção transversal do êmbolo e o trabalho realizado por cada gás é representado por: $\tau = p\Delta V = pA\Delta h$, logo, para uma mesma variação de altura Δh , o trabalho realizado é o mesmo. Além disso, sendo: $p\Delta V = nR\Delta T$. Como o número de mols é o mesmo, a variação de temperatura é a mesma para (para um mesmo Δh). O gráfico mostra uma mesma variação de altura, o gás M absorve menos calor que o gás V. Assim:

$$\begin{cases} Q_M < Q_V \\ \Delta T_M = \Delta T_V \end{cases} \Rightarrow \frac{Q_M}{\Delta T_M} < \frac{Q_V}{\Delta T_V} \Rightarrow C_M < C_V$$

Onde C é a capacidade térmica de cada gás para o processo em questão. A Tabela 9 apresenta a percentagem de acerto nesse item no gabarito. Sendo observado que apenas 11,6% acertarem a resolução.

A compreensão deste item, tem por base o conhecimento científico para interpretar cientificamente e matematicamente as informações apresentadas no experimento e no gráfico de relação entre os gases M e V.

Tabela 8 - Percentual de marcação e frequência no Item – 62/2014

Alternativas	Freq	(%)
A	10.094	41,6
B	3.628	15,0
C	4.429	18,3
D	3.144	13,0

E ³	2.801	11,6
Branco	91	0,4
Inválido	53	0,2
Total	16.164	100,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se também que o distrator A obteve um percentual de marcação superior a 40%, uma vez que os participantes concluem existência de uma maior pressão de vapor associado ao comportamento dos gases no gráfico em relação aos gases M e V.

Para Pozo e Gomez Crespo (1998), a construção de gráficos e diagramas e sua interpretação fazem parte dos procedimentos relacionados com interpretação de informação. As representações gráficas são de uso muito frequente na linguagem química. A elaboração e a interpretação de gráficos se revelam como uma competência básica no campo representacional dos processos e fenômenos químicos, auxiliando no processo de ensino e aprendizagem.

A habilidade cobrada nessa situação problema não menciona a necessidade de utilização de aspectos representacionais como um dos pressupostos para sua interpretação e resolução. No entanto, observa-se que o gráfico relaciona a variação de altura com o fornecimento de calor, mostrando o comportamento dos dois gases. Essa representação é essencial na resolução do problema pelos participantes.

4.3. Categoria II – Itens com suporte habilidade

Nessa categoria apresentamos os itens que na sua elaboração foi utilizado o critério da matriz de referência a habilidade que envolvem diferentes formas de linguagem científica, representação, símbolos, códigos, nomenclatura e caracterização de materiais ou substâncias, identificando etapas, obtenção ou produção usadas nas Ciências da Natureza.

Nesse contexto, os participantes necessitam utilizar na resolução dos itens conhecimento sobre a linguagem científica para a representação do real e as transformações químicas, físicas, biológicas, através de símbolos, fórmulas, convenções e códigos, desenvolvendo competências adequadas para reconhecer e saber utilizar essa linguagem, sendo capaz de entender e empregar, a partir das informações, a representação simbólica das transformações analisadas.

Tabela 9 - Percentagem de acertos sobre os itens da categoria II

ANO								
2012			2013			2014		
Itens	(%)	Clas.	Itens	(%)	Clas.	Itens	(%)	Clas.
49	17,1	Muito Baixo	47	27,0	Baixo	58	20,3	Baixo
58	34,3	Baixo	58	16,1	Muito Baixo	59	17,3	Muito Baixo
60	25,3	Baixo	68	23,7	Baixo	64	20,3	Baixo

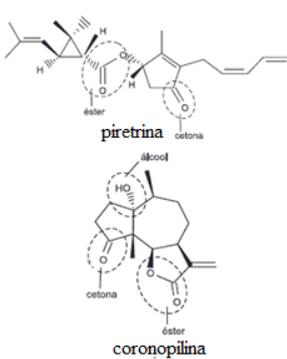
³ Alternativa correta (E)

66	17,4	Muito Baixo	71	20,1	Baixo	65	17,0	Muito Baixo
79	34,7	Baixo	87	17,5	Muito Baixo	77	23,9	Baixo
90	19,2	Muito Baixo	90	27,7	Baixo	78	29,9	Baixo
-	-	-	-	-	-	83	22,5	Baixo
-	-	-	-	-	-	88	24,3	Baixo
Prop.	24,6	Baixo	-	20,0	Baixo	-	20,0	Baixo

Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura abaixo representa o item com a menor percentagem de acerto segundo a Tabela 10, para o ano de 2012.

(Item 49/2012) 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.



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.

Figura 11 - Item prova Azul ENEM-2012

Fonte: Caderno de CN azul do ENEM aplicada em 2012.

Essa questão, aborda no seu enunciado os biopesticidas, tais como a piretrina e a coronopilina, enfatizando a forma de representação estrutural tridimensional, ressaltando que os dois compostos orgânicos têm sido alternativa na diminuição dos prejuízos econômicos, sociais e ambientais gerados pelos agrotóxicos. A habilidade 24 é utilizada para a resolução da situação problema.

Observa-se que possuir a habilidade (H24) é saber “utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas”. Nesse contexto, pede-se para que o participante identificar as funções orgânicas presentes simultaneamente nas estruturas dos dois biopesticidas apresentados na Figura 11.

A representação da piretrina e coronopilina se apresenta na forma estrutural tridimensional, com alguns hidrogênios ausentes na sua estrutura, desta forma o participante

tinha que interpretar as informações nas estruturas a partir do conhecimento científico que está em volta do questionamento.

Os participantes são desafiados a interpretar as funções orgânicas, bem como se utilizar do conhecimento construído ao longo do Ensino Médio sobre o carbono e sua característica de ser tetravalente, isto é, apresenta quatro ligados covalentemente ao seu interno, como representação está na forma tridimensional, as ligações são interpretadas da seguinte forma: no plano, atrás do plano e a frente do plano.

Os resultados obtidos de percentual de acerto para os participantes do Estado de Sergipe – SE estão apresentados na Tabela 11 abaixo.

Tabela 10 - Percentual de marcação e frequência no Item – 49/2012

Alternativa	Freq	(%)
A	2.695	16,7
B	1.805	11,2
C	4.812	29,8
D	3.091	19,1
E ⁴	3.628	22,4
Branco	107	0,7
Inválido	26	0,2
Total	16.164	100,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se pelo percentual de acerto referente à alternativa B igual a 11,2% um desempenho dos participantes muito baixo, pois na questão não são exigidos raciocínio matemático, mas conhecimentos de conceitos químicos sobre as funções orgânicas e as representações utilizadas. Isso inferimos, a pouca abordagem sobre os aspectos representacionais nos conteúdos escolares.

Observa-se que os participantes constroem explicações químicas e fazem previsões distintas das quais são aceitas pela comunidade científica, segundo o índice de acerto no gabarito. De acordo com Flores e Gallegos (1999) os estudantes (participantes) tentam assimilar as novas estruturas de informação e conhecimentos que já possuem, muitas vezes levando a construir produtos de aprendizagem inconsistentes.

No entanto, para aprender a aplicar um modelo em química torna-se necessário aprender as diferentes representações pictóricas que podem ser usadas, bem como aprender a aplicá-las a diferentes situações e saber que, para um mesmo conceito, existe múltiplas representações (WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2001).

⁴ Alternativa correta (B)

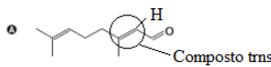
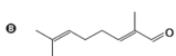
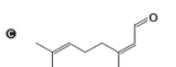
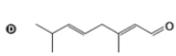
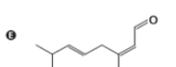
Para Roque e Silva (2008) as vezes os modelos são considerados assunto sabido; outras vezes, são simplesmente ignorados, prejudicando o aprendizado significativo dos estudantes. Enfatizando que essas representações de estruturas simbólicas são apresentadas no ensino médio sem nenhuma explicação. A exemplo da molécula do benzeno, em que os estudantes associam a um hexágono com uma bolinha dentro. Nesse sentido, essa situação torna o estudo da química uma memorização de nomes e símbolos que, sem os devidos esclarecimentos, nada têm a ver com a realidade microscópica que eles representam.

A linguagem da química aprende-se em sala de aula quando muito, apenas os nomes das coisas, sem maior significado. Como acabamos de discutir, a aprendizagem da química se caracteriza pela apropriação de uma linguagem específica e apropriada para a descrição dos fenômenos materiais. Precisamos, no entanto, facilitar o aprendizado inicial da mesma se quisermos que os alunos se envolvam com o estudo, condição essencial para o seu sucesso (ROQUE; SILVA, 2008).

Figura 12 - Item prova Azul ENEM-2013

(Item 58/2013) 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:

- 
- 
- 
- 
- 

Fonte: Caderno de CN azul do ENEM aplicada em 2013.

Segundo o enunciado o citral substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas a exemplo do capim-limão. Informando que a 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. E chamando atenção sobre o citral que possui dois isômeros geométricos, sendo o *trans* o que mais contribui para o forte odor.

Dentre as alternativas disponíveis para análises tem-se os distratores C e D com um percentual de marcação no gabarito maior em relação a alternativa correta A com 16,1% de acertos.

Tabela 11 - Percentual de marcação e frequência na item – 58/2013

Alternativa	Freq	(%)
A ⁵	3.340	16,1
B	4.650	22,5
C	5.400	26,1
D	3.831	18,5
E	3.245	15,7
Branco	147	0,7
Inválido	95	0,5
Total	16.164	100,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Percebe-se que os participantes não souberam utilizar a habilidade necessária de acordo com a matriz de referência, ou seja, “utilizar códigos e nomenclatura da química para caracterizar materiais, substâncias ou transformações químicas”.

Roque e Silva (2008) uma dificuldade para o entendimento dos fenômenos químicos é conhecer a constituição das substâncias que formam os organismos vivos e os objetos.

Observa-se também a pouca utilização da habilidade visuo-espacial sobre a estrutura e identificar a molecular trans, tornando-se insuficiente na maioria dos participantes. Nesse sentido, esse item exigia dos participantes a habilidades de rotacionar e manipular essas representações mentais a fim de manipular a estrutura na compreensão do problema químico que envolvem a representação de conceitos no nível submicroscópico, determinantes para a compreensão de uma série de propriedades e reatividade de compostos. A utilização desta habilidade pelos participantes pode vim a possibilitar um desempenho satisfatório durante seu percurso educacional.

Na sua resolução, era necessário identificar o composto trans nas estruturas químicas fornecidas nas alternativas. Segundo Fernandez e Marcondes (2006), “trabalhar com modelos é uma parte intrínseca do conhecimento químico e, sem o uso deles, a Química fica reduzida a uma mera descrição de propriedades macroscópicas e suas mudanças” (p.1).

Roque e Silva (2008) as representações gráficas implicam em uma perspectiva de observação do modelo e contém uma série de requisitos necessários para que o leitor entenda a estrutura em questão. O modelo molecular propiciou uma maneira de se estudar e entender

⁵ Alternativa correta (A)

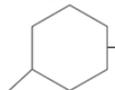
melhor a estrutura molecular invisível a nossos olhos, uma vez que proporcionou uma forma de representá-las. Com o aprendizado dessa forma de representação o químico não precisa mais ter o modelo concreto em suas mãos, ele consegue imaginá-lo a partir da fórmula estrutural desenhada.

Corroborando Núñez *et al.*, (2011), a fórmula química usada no item é do tipo estrutural, na qual se mostram as diferentes ligações entre os átomos e suas disposições espaciais, contrariamente a fórmulas condensadas ou globais, as quais representam um nível de abstração maior e, conseqüentemente, impõem maiores exigências cognitivas para operar com elas. Para esses autores, é imprescindível destacar que cada tipo de representação para as fórmulas químicas apresenta vantagem particular, em função do que se deseje representar e do grau de abstração delas.

Figura 13 - Item prova Azul ENEM-2014.

(Item 65/2014) 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.

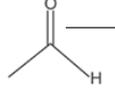
O grupo responsável pela bioatividade desse fármaco é.

A  Ligações Simples

B  Ligações Duplas

C  Ligações Duplas

D  Ligações Duplas

E  Ligações Duplas

Fonte: Caderno de CN azul do ENEM aplicada em 2014.

O item acima esboça no seu enunciado as formas representacionais das moléculas no papel, destacando a geometria molecular que nem sempre são planas. Enfatizando que, em um determinado fármaco, a molécula contendo um grupo não planar é biologicamente ativa, enquanto moléculas contendo substituinte planares são inativas. Logo a comando do item pede para que os participantes identifiquem o grupo responsável pela bioatividade desse fármaco.

Nesse sentido, observar que o carbono faz ligação simples na primeira alternativa possuindo uma geometria tetraédrica, ou seja, não plana, já nas demais alternativas, o carbono faz ligação dupla característica das estruturas planas de acordo com o conhecimento químico sobre os fenômenos analisados. Os resultados estão apresentados na tabela abaixo.

Tabela 12 - Percentual de marcação e frequência no Item – 65/2014

Alternativa	Freq	(%)
A ⁶	4.122	17,0
B	4.422	18,2
C	2.698	11,1
D	5.628	23,2
E	7.185	29,6
Branco	117	0,5
Inválido	68	0,3
Total	16.164	100,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao analisar o percentual de marcação dos distratores e do gabarito verifica-se que o distrator E, mais marcado pelos participantes, apresenta como resultado um valor numérico de marcação no gabarito com 29,6%. Já a alternativa correta letra A com 17,0% de acerto, indicando que os participantes não conseguiram em sua maioria identificar e relacionar os conhecimentos químicos e os aspectos representacionais apresentados nas estruturas. Observa-se também que das alternativas o distrator E é a única que não apresentar forma cíclica na estrutura apresentada, esse detalhe pode ter, responsavelmente, levado ao participante a escolher por chute no gabarito, sem nenhuma reflexão sobre o conhecimento químico e suas propriedades sobre as estruturas representadas.

Para Moura *et al.*, (2009), a geometria molecular dos Hidrocarbonetos é apresentada aos estudantes na disciplina de Química Orgânica. Segundo esses autores, em depoimentos de professores que ministram a componente curricular química, argumentam a dificuldade de visualização das moléculas por parte dos estudantes, principalmente quando da apresentação de elementos químicos que necessitam ser mostrados em 3D, que é o caso da configuração eletrônica de moléculas com três ou mais átomos, criando a forma de uma pirâmide tetraédrica.

De acordo com Roque e Silva (2008), há casos em que a representação da estrutura tridimensional da molécula é fundamental, enfatizando nas estruturas dos carboidratos que diferem apenas na distribuição espacial de átomos idênticos ligados a um mesmo carbono, ou seja, apenas na configuração de carbonos assimétricos.

⁶ Alternativa correta (A)

Nesse contexto, as representações no ensino de química devem ser trabalhadas como artifício que facilite a formação do pensamento, bem como conhecimento químico dos estudantes, pois “é fundamental que um sistema de signos químicos e o próprio pensamento se constituam para que possa ocorrer verdadeira aprendizagem química” (MALDANER; PIEDADE, 1995, p. 17).

4.4. Categoria III – Itens com suporte linguagem natural

Nesse momento, analisam-se os itens que fazem parte da categoria III, pautadas na abordagem qualitativa, considerando a habilidade atribuída para cada item, selecionados de acordo com a Tabela 3 e a matriz de referência, já as considerações quantitativas, apresenta-se o percentual de acertos por marcação no gabarito dos participantes.

A elaboração desta categoria teve como pressuposto desenvolver uma análise sobre os itens que apresentavam predominância de linguagem natural (texto) sem apresentar na sua estrutura suporte representacional. A fim de identificar a percentagem de acertos pelos participantes e compará-los com o índice de acertos com a categoria I e II, uma vez que a categoria I e II apresentou um desempenho de classificação muito baixo, e baixo de acertos.

Esses itens necessitavam de uma leitura e interpretação dos conhecimentos científicos sobre os fenômenos. Nesse contexto, Nigro e Trivelato (2005) enfatizam que o modelo interativo-constutivo de leitura, possibilita que os estudantes representem cognitivamente os eventos, os objetos, as situações, construindo ativamente significados ao interagirem com o texto.

A Tabela 14, contém os itens classificados como linguagem natural para serem analisados quantitativamente e qualitativamente, ou seja, são os itens que no seu enunciado se apresenta predominantemente em forma de linguagem natural (texto) explicativo na solução do problema.

Tabela 13 - Percentagem de acertos sobre os itens da categoria III

		ANO							
		2012			2013			2014	
Itens	(%)	Clas.	Itens	(%)	Clas.	Itens	(%)	Clas.	
70	14,0	Muito Baixo	59	14,4	Muito Baixo	51	37,9	Baixo	
76	23,6	Baixo	61	26,7	Baixo	56	25,7	Baixo	
86	23,8	Baixo	74	15,8	Muito Baixo	68	15,1	Muito Baixo	
-	-	-	77	21,1	Baixo	75	35,5	Baixo	
-	-	-	81	24,1	Baixo	84	20,4	Baixo	
-	-	-	89	37,6	Baixo	86	35,8	Baixo	
Prop.	20,5	Baixo	-	24,0	Baixo	-	28,4	Baixo	

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se que os itens analisados obtiveram um percentual de acertos menor ou igual a 37,9%. Sendo classificados de muito baixo a baixo. Novamente, o desempenho revela-se, em média, baixo nesses itens que exigem conhecimento científico, leitura e interpretação de texto nas três edições do ENEM.

Nesse contexto, foram selecionados os itens 70, 59 e 68, pois referem-se ao menor índice de acertos por comportamento das escolhas das alternativas nas edições e com classificação muito baixa.

Figura 14 - Item prova Azul ENEM-2012.

(Item 70/2012) Em uma planície, ocorreu um acidente ambiental em decorrência do derramamento de grande quantidade de um hidrocarboneto que se apresenta na forma pastosa à temperatura ambiente. Um químico ambiental utilizou uma quantidade apropriada de uma solução de para-dodecil-benzenossulfonato de sódio, um agente tensoativo sintético, para diminuir os impactos desse acidente.
Essa intervenção produz resultados positivos para o ambiente porque
A) promove uma reação de substituição no hidrocarboneto, tornando-o menos letal ao ambiente.
B) a hidrólise do para-dodecil-benzenossulfonato de sódio produz energia térmica suficiente para vaporizar o hidrocarboneto.
C) a mistura desses reagentes provoca a combustão do hidrocarboneto, o que diminui a quantidade dessa substância na natureza.
D) a solução de para-dodecil-benzenossulfonato possibilita a solubilização do hidrocarboneto.
E) o reagente adicionado provoca uma solidificação do hidrocarboneto, o que facilita sua retirada do ambiente.

Fonte: Caderno de CN azul do ENEM aplicada em 2013.

De acordo com o enunciado, em uma planície ocorreu um acidente ambiental em decorrência do derramamento de grande quantidade de um hidrocarboneto que se apresenta na forma pastosa à temperatura ambiente. Desta forma, um determinado químico ambiental utilizou uma quantidade de uma solução (para-dodecil-benzenossulfonato de sódio), um agente tensoativo sintético, para diminuir os impactos desse acidente.

O comando pede-se uma explicação sobre a intervenção do químico, se ela produziu resultados positivos para o ambiente. Percebe-se que a habilidade (H27) é necessária, para “avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios”.

Nesse contexto, como o acidente derramou uma grande quantidade de hidrocarbonetos, que são substâncias denominadas apolares, a possibilidade de diminuir os impactos desse acidente seria a utilização de agentes tensoativos sintéticos, de ação detergente. Ou seja, essas substâncias apresenta uma parte também apolar que irá interagir com os hidrocarbonetos e uma parte polar que irá interagir com a água, facilitando a sua remoção. O resultado em percentual de acerto está apresentado na Tabela 15.

Tabela 14 - Percentual de marcação e frequência no item – 70/2012

Alternativa	Freq.	(%)
A	3.195	19,8
B	2.753	17,0
C	3.907	24,2
D ⁷	2.256	14,0
E	3.807	23,6
Branco	210	1,3
Inválido	36	0,2
Total	16.164	100,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se na Tabela 15 que os participantes não conseguiram desenvolver satisfatoriamente a situação problema, embora esperássemos um melhor desempenho nesses itens que apresenta apenas linguagem natural (texto) e sua interpretação com o conhecimento científico.

Nesse item apenas 14,0% dos participantes marcaram a alternativa correta, permanecendo um índice muito baixo na interpretação do enunciado. Inferimos que os participantes não souberam utilizar os conceitos científicos fundamentais sobre as interações intermoleculares na química conteúdo fundamental no ensino sobre Química.

Os resultados apresentados podem ser a falta das práticas de leituras textuais nas aulas de Ciências, bem como a prática da escrita que envolva o conhecimento científico em situações cotidianas, uma vez que leitura e escrita se apresenta de suma importância no desenvolvimento do estudante, bem como a falta de desconhecimento do conteúdo abordado.

A utilização da linguagem científica é fundamental uma vez que é utilizada em diferentes contextos. Em que o estudante precisa ampliar o conhecimento teórico e expressar diferentes relações conceituais, constituindo o seu pensamento científico. Nesse sentido, além da leitura da linguagem científica Moraes *et al.*, (2007) enfatiza que na “escrita os alunos conseguem avançar no sentido do domínio de entendimentos mais abstratos, implicando uma apropriação mais qualificada do discurso da Química”. (p. 198)

⁷ Alternativa correta (D)

Figura 15 - Item prova Azul ENEM-2013.

(Item 59/2013) Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de CO_2 , utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de O_2 . No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de O_2 pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de O_2 e de CO_2 próximo à superfície do solo onde elas caíram.

A concentração de O_2 próximo ao solo, no local da queda, será

A) menor, pois haverá consumo de O_2 durante a decomposição dessas árvores.
B) maior, pois haverá economia de O_2 pela ausência das árvores mortas.
C) maior, pois haverá liberação de O_2 durante a fotossíntese das árvores jovens.
D) igual, pois haverá consumo e produção de O_2 pelas árvores maduras restantes.
E) menor, pois haverá redução de O_2 pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

Fonte: Caderno de CN azul do ENEM aplicada em 2013

Nesse item, em seu enunciado sobre o processo de transformações químicas que fazem parte dos processos naturais, fazendo parte do dia a dia do ser humano desde tempos imemoriais. Descreve um processo natural das florestas, considerando desde o seu crescimento até a morte natural de árvores, chamando atenção na concentração de O_2 próximo ao solo, local que as árvores caem para se decompor. A habilidade (H9) era “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”.

Os participantes tinham que utilizar a leitura e interpretação do contexto estudado sobre o fenômeno natural na floresta, chegando à conclusão que a partir da queda da árvore, há uma diminuição de O_2 , próximo ao solo, pois inicia-se o processo de decomposição aeróbica da matéria orgânica do vegetal morto consumindo mais Oxigênio. O resultado desse item apresenta-se na tabela abaixo.

Tabela 15 - Percentual de marcação e frequência no item – 59/2013

Alternativa	Freq.	(%)
A ⁸	2.983	14,4
B	2.476	12,0
C	4.501	21,7
D	3.716	17,9
E	6.890	33,3
Branco	86	0,4
Inválido	56	0,3
Total	16.164	100,0

Fonte: Elaborado pelo autor.

⁸ Alternativa correta (A)

Observa-se na Tabela 16 que os participantes não obtiveram um desempenho relevante, tendo como índice de marcação no gabarito um valor de 14,4% de acerto. Esse resultado indica novamente uma carência na leitura e interpretação do texto e conhecimento científico sobre o fenômeno. De acordo com Teixeira Júnior e Silva (2007), os estudantes lêem pouco e é preciso uma ampliação do repertório de leituras, principalmente, pela responsabilidade que deve ser assumida também pelo professor de química: formar e produzir leitores com responsabilidade social e política, e com capacidade de julgar, avaliar e decidir no campo do domínio técnico e científico.

Para Zanon *et al.*, (2007), a leitura não pode estar restrita ao seu caráter técnico nem ser tratada apenas em termos de estratégias pedagógicas, ela possui uma importante função no trabalho intelectual desenvolvido na escola, intimamente vinculado ao contexto sócio-histórico-cultural, enfatizando que não se trata apenas de ler para assimilar conteúdos que estariam contidos no texto.

Corroborando Silva (1997) ao pensar a leitura no ensino de física é importante não apenas pensar no como fazer para os estudantes compreenderem os textos, mas também como fazer para que os estudantes queiram compreender os textos, bem como no como fazer para que estes estudantes possam ser influenciados e queiram ler sobre física e sobre tudo Ciência.

Uma alternativa para inserir a leitura na sala de aula e desenvolver o pensamento crítico dentre esses, os de divulgação científica nas práticas didáticas pedagógicas pelo professor de ciências. Entendendo, segundo Gama (2005), que a diversidade de informações contribui para ampliar o leque de interpretações, possibilitar a contraposição de visões e facilitar as manifestações das opiniões e interesses dos estudantes. É preparar o cidadão para a compreensão dos significados dessa instituição, das suas limitações e de seu potencial de ação na sociedade. Uma vez que a formação do estudante deve ir além da simples apreensão do resultado final da ciência, pois estes devem ser leitores capazes de compreender os aspectos dos modos como esses resultados foram produzidos, para que se torne de fato um leitor com capacidade crítica (GAMA, 2005, p.97).

Observa-se que os participantes do ENEM, segundo as categorias utilizadas nessa pesquisa, obtiveram um resultado de desempenho classificado muito baixo nos itens revelados pela análise estatística descritiva.

Nesse contexto, surgiu a necessidade de analisar possíveis influências de características socioeconômicas no desempenho em Ciências da Natureza e suas Tecnologias no desempenho

dos participantes. Dentre as variáveis analisadas tem-se a diferença de desempenho entre sexo, escolaridade dos pais e renda familiar.

Os resultados a seguir estão apresentados em gráficos por categorias, em que foi analisado o percentual de acerto dos itens que obtiveram menor índice de marcação, segundo a primeira análise desta pesquisa. No entanto, apresentamos no Apêndices A, B e C a estatística descritiva do cruzamento entre essas variáveis com os itens do ENEM de 2012 a 2014.

4.5. Análise dos dados socioeconômicos relacionados as categorias I, II e III

Apresenta-se os resultados das três categorias utilizando as variáveis do questionário socioeconômico. Nesse primeiro instante foi utilizado o cruzamento da variável sexo com os itens das categorias, e posteriormente, investigado o grau de escolaridade e renda familiar dos participantes, obtendo através desses resultados o percentual de acertos nos itens.

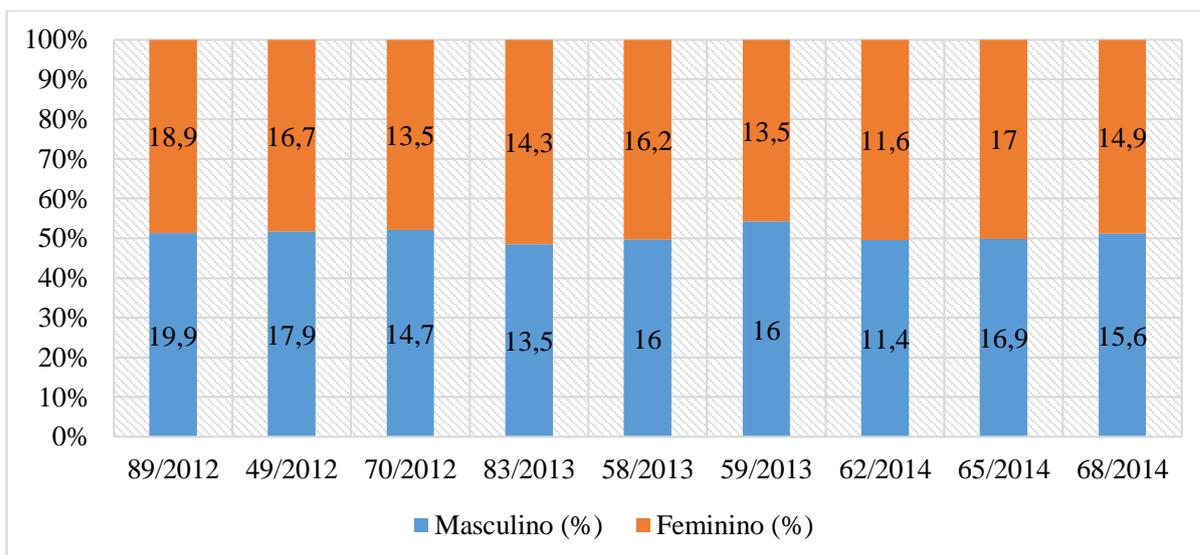
4.5.1. Desempenho nas categorias em função do sexo dos participantes

Apresentamos nesse momento os resultados dos participantes que realizaram a prova do ENEM, obtidos a partir do cruzamento da variável sexo versus os itens das categorias.

Desta forma, os resultados a seguir, apresentam as percentagens sobre a variável socioeconômica sexo, permitindo uma visão mais detalhada do desempenho no exame e identificação de possíveis relações entre essa variável sobre o desempenho dos participantes nos, bem como nos suportes selecionados.

Analisando a variável sexo, constata-se que a proporção de participação do sexo feminino (62,4%) sendo para o estado de Sergipe – SE relativamente superior a proporção de do sexo masculino (37,6%), considerado as três edições do exame (2012, 2013 e 2014). Nesse sentido, o Gráfico 1 abaixo, apresenta o desempenho desta variável em relação aos itens das categorias.

Gráfico 1 - Desempenho por sexo em percentagem de acerto nos itens das categorias I, II e III.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados indicam que em ambos os sexos, a partir do Gráfico 1, não demonstram diferença significativa no desempenho, uma vez que os resultados em percentagem de acertos nos itens estão equivalentes e seguem bem distribuídos ao longo do gráfico com baixa diferença percentual no máximo de 2,5% apenas no item 59/2013 no suporte linguagem natural.

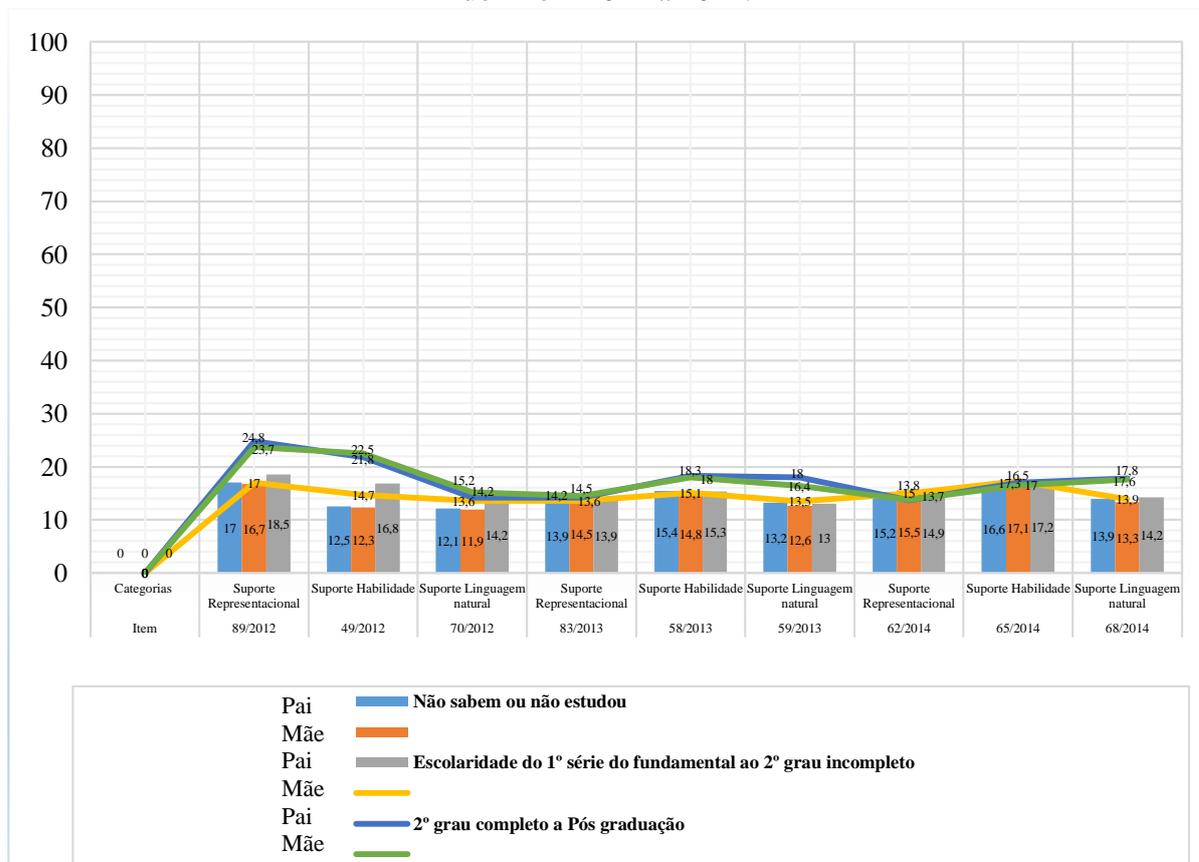
Nesse sentido, esse resultado revelam que o desempenho desta variável vão de lados opostos da literatura apresentas por Flores-Mendoza (2000), Eleanor Maccoby e Carol Jacklin (1974), Anastasi (1968), Eysenck e Kamin (1982), dentre outros autores, que nas suas pesquisas enfatizam um melhor desempenho do sexo masculino em determinadas tarefas dentre estas, informação geral, raciocínio aritmético e aptidão espacial, enquanto que as mulheres obtêm melhores resultados em funções verbais, tarefas de soletração, uso gramatical da linguagem, dentre outros. No entanto, essas observações não foram significativas nessa pesquisa.

4.5.2. Desempenho nas três categorias em relação a nível de escolaridade dos pais

Percebe-se, que o grau de escolaridade da família é considerada um dos fatores importante na análise do perfil socioeconômico em função da forte relação cultural, entre as classes sociais. Nesse sentido, identificar possíveis variáveis socioeconômicas que podem influenciar no desempenho dos participantes do ENEM nas resoluções dos problemas propostos é fundamental. Dando continuidade à análise procuramos identificar na variável nível de escolaridade dos pais aspectos que possam demonstrar melhor desempenho em relação aos

itens. Os resultados estão dispostos no Gráfico 2 que enfatizam o desempenho nas três categorias.

Gráfico 2 - Desempenho nas categorias em função da escolaridade familiar nos itens de CN do Enem 2012 a 2014.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 2 refere-se à escolarização dos pais em relação ao desempenho dos participantes. Nota-se tendo uma variação de escolaridade da 1º série do fundamental até a pós graduação, bem como os que não estudaram e não sabem a escolaridade.

Observa-se, que os pais e as mães que não estudaram, bem como os candidato que não sabem a escolaridade dos mesmo, esse obtiveram um desempenho inferior quando comparados as famílias que possuem grau de escolaridade maior.

No que tange a escolaridade do 1º ano do fundamental ao 2º grau incompleto (Ensino Médio), o gráfico mostra uma pequena diferença em porcentagem de acerto nos itens pra os participantes, que possuem o pai inseridos nesta classificação, em comparados ao mesmo grau de escolaridade materna.

Quando o grau de escolaridade aumenta do 2º grau completo (Ensino Médio) a pós-graduação, por sua vez o índice de acerto também aumentam. Isso significa que o grau de escolaridade familiar contribui para um melhor desempenho dos participantes.

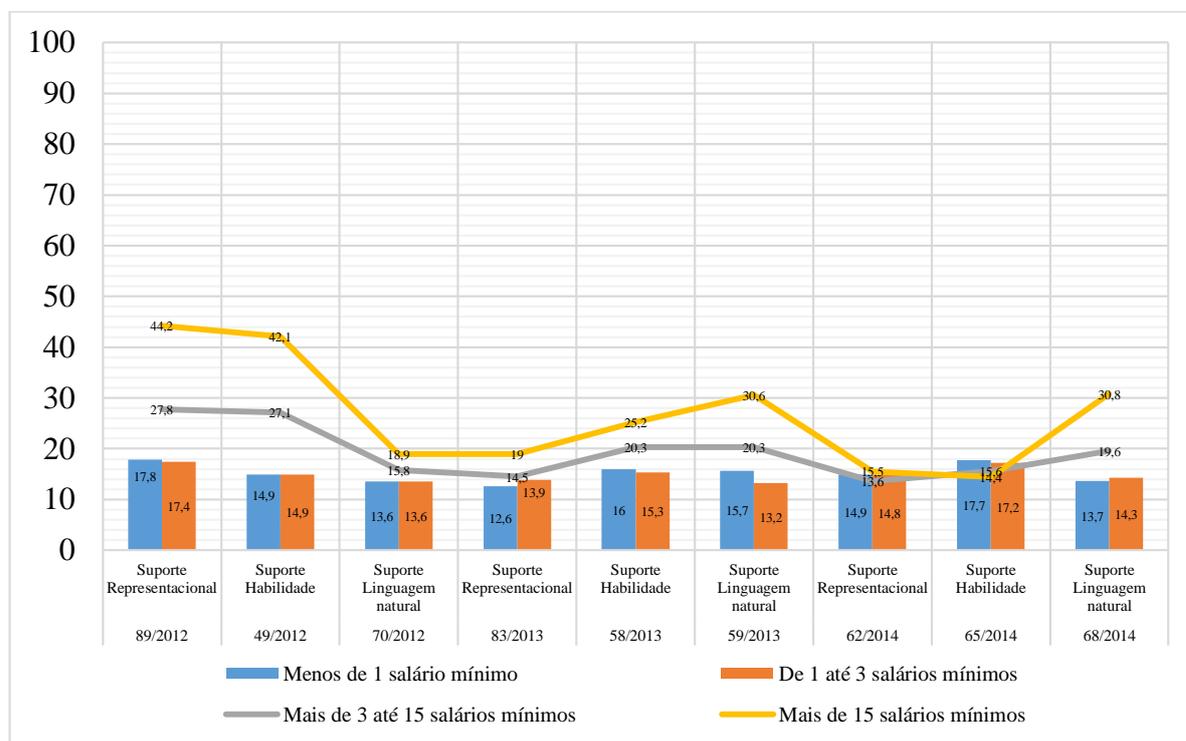
No entanto, pode-se observar, que nas três categorias houve um desempenho geral na prova de CN *muito baixo* sobre os itens, ou seja, os aspectos representacionais e habilidade são poucos determinantes sobre a situações-problema propostos na matriz de referências do Exame, como também a linguagem natural apresentada nos itens analisados, que não se apresenta como um fator determinante estatisticamente nessa análise.

4.5.3. Desempenho nas três categorias em relação a renda familiar

Por fim, analisamos o último fator socioeconômico considerado nesta pesquisa, por possibilitar aos participantes uma maior condição e acesso aos recursos educacionais na construção do conhecimento sobre ciência na educação básica e no acesso ao ensino de qualidade.

Os resultados apresentados nos Gráficos 3 ressaltam os índices de acertos nos itens de Ciências da Natureza segundo as categorias (suporte representacional, habilidade e linguagem natural) em função da classe social dos pais.

Gráfico 3 - Desempenho nas categorias em função da renda familiar sobre os itens de CN no Enem 2012 a 2014.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se no Gráfico 3, a ilustração da distribuição percentual de acertos dos participantes pelas faixas de renda familiar, em que o percentual de acerto é mais significativo, obtendo um maior desempenho conforme aumenta a renda familiar dos participantes.

Observa-se no gráfico também, que nessas categorias o índice de acerto, ainda continua abaixo de 45% de marcação correta considerando um índice *médio*. No entanto, nota-se uma elevação mais significativo nas três categorias analisadas evidenciado a partir da renda superior a 3 salários mínimos o índice de acerto maior. Enquanto que o índice mais baixo são os que possui renda familiar inferior a 3 salários mínimos. Nesse contexto, a desigualdade social é um forte aliada ao baixo desempenho escolar, possibilitando a argumentos para a adoção da Lei de Cotas, no sentido minimizarem essas diferenças entre as classes sociais.

Nesse sentido, inferimos, que a maior parte dos participantes do ENEM de 2012 a 2014 do Estado de Sergipe- SE, possui renda familiar mais baixa normalmente associada a uma menor escolaridade dos pais, isso influenciando na média, uma vez que alguns resultados apontam comparações sobre os estudos Lee e Barro (2001) que o desempenho escolar sofre influência dos fatores familiares em especial a educação dos pais e renda familiar dos participantes.

Inferimos, que esses fatores são fundamentais no contexto escolar dos participantes, mas, em relação ao índice de acerto sobre os itens analisados, não surgem como fatores significativos na aprendizagem sobre Ciências.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados apontam para uma dificuldade crescente no processo de aprendizagem, do sistema de ensino brasileiro para o Ensino de Ciência, visto o baixo indicadores de desempenho dos participantes do exame nos anos de 2012, 2013 e 2014. Diante dos resultados, inferimos, que os aspectos representacionais, habilidade e linguagem natural não são determinantes no desempenho escolar.

Nesse sentido, estatisticamente não é possível afirmar que esse desempenho é devido aos fatores analisados nesse trabalho devido a categoria *linguagem natural* também apresentar resultados significativamente semelhantes as demais categorias (*aspectos representacionais e habilidades*).

No entanto, inferimos, que esses fatores não são determinantes sobre a resolução das situações problemas apresentados nos itens, propostas para os participantes se debruçarem utilizando os conhecimentos científicos construídos durante a educação básica. Mas, são fatores fundamentais na resolução dos itens que necessitam de conhecimento científicos sobre ciências, bem como a análise das representações utilizadas como modelos explicativos.

Os resultados também apontam, que o perfil socioeconômico dos participantes do Enem de 2012 a 2014 do estado de Sergipe- SE são pessoas que possui renda familiar mais baixa normalmente associada a uma menor escolaridade dos pais, influenciando significativamente no desempenho, em que o desempenho aumenta quando o grau de escolaridade familiar é mais elevado.

Por fim, nas três categorias apresentados, apenas no cruzamento de variáveis renda familiar com os itens apresentou-se contribuições aos participantes para obter um desempenho mais significativo no ENEM.

Referências

- ALEXANDRE, D. TAVARES J. M. R. S.. Factores da percepção visual humana na visualização de dados. **CMNE/CILAMCE**, Porto, 13 a 15 de Junho, 2007.
- ANASTASI, A. **Psicologia Diferencial**. São Paulo: E.P.U. 1968.
- ANDRADE, I. B.; MARTINS, I. **Discursos de professores de ciências sobre leitura. Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, p. 1-20, 2006.
- ANDRADE, M.; FRANCO, C.; CARVALHO, J. B. P. Gênero e desempenho em matemática ao final do ensino médio: quais as relações. **Estudos em Avaliação Educacional**, n. 27, p. 77-95, jan./jul. 2003.
- BADDELEY, A. D. Working Memory: Theories, Models, and Controversies. **Annual Review of Psychology**, 63, 1-29. 2012.
- Baltimore County Public Schools. **Gifted and talent education program status report**. (2005).
- BARNEA, N.; DORI, Y. J. Computerized molecular modeling the new technology for enhancing model perception among chemistry educators and learners. **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, 1, 1, 109-120. 2000.
- BARROS, R. P. MENDONÇA, R; SANTOS, D. D; QUINTAES, G. Determinantes do Desempenho Educacional no Brasil. **Pesquisa Planejamento Econômico**. Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, p. 1-42, abr. 2001.
- BEN-ZVI, R.; EYLON, B; SILBERSTEIN, J. **Student's visualization of a chemical reaction. Education in Chemistry**, 17-120, 1987.
- BEZERRA, V. A. Estruturas conceituais e estratégias cognitivas em ciência: Modelos tipo I, modelos tipo II, analogias e correspondência. **IV Seminário de História e Filosofia da Ciência**, Ilhéus, 2010.
- BORGES, A. T. Um estudo de modelos mentais. **Investigações em Ensino de Ciências – V2(3)**, pp. 207-226, 1997.
- BRASIL, **Lei nº 10.172, de 9 de janeiro de 2001**, aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2001.
- BRASIL, Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). PCN⁺ Ensino Médio: **orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- _____, *Documento básico ENEM 2000*. Brasília: MEC/INEP, 2000.
- _____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Relatório Pedagógico 2009**. Brasília, DF, 2009.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): **Textos Teóricos metodológicos 2009**. Brasília, DF, 2009.

_____. **Lei n. 9394/96**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília, 1996.

_____. Ministério da Educação e do Desporto, Conselho Nacional de Educação, Câmara da Educação Básica. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Volume 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006.

_____. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular – **Documento preliminar**. MEC. Brasília, DF, 2015.

_____. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCNEM: Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2002.

_____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio**. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio. Brasília, 2002.

BURCHINAL, M; PEISNER-FEINBERG, E, PIANTA, R; HOWES, C. Development of academic skills from preschool through second grade: family and classroom predictors of developmental trajectories. **Journal of School Psychology**, 40(5), 415-436. 2002.

CARVALHO, M. E. P. Relações entre família e escola e suas implicações de gênero. **Cadernos de Pesquisa**, 2000.

CHASSOT, A. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Editora Unijuí. 1993.

CHOI, J. Sex Differences in Spatial Abilities in Humans: Two Levels of Explanation. In: VOKEY, J. R.; ALLEN, S. W. **Psychological Sketches, Department of Psychology and Neuroscience**, University of Lethbridge, 5ª ed., 2001.

CLEMENT, J. Model based learning as a key research area for science education. **International Journal of Science Education**, 22, 1041-1053, 2000.

CODORNIU-RAGA, M. J.; VIGIL-COLET, A. Sex differences in a psychometric and chronometric measures of intelligence among young adolescents. **Personality and Individual Differences**, 35(3), 681-689. 2003.

COLOM, R.B.M. **Psicología de las Diferencias Individuales. Teoría y Práctica**. Madrid: Pirámide. 1998.

CROCKER, L.; ALGENA, J. **Introduction to classical and modern test theory**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1986.

DREYFUS, T. Advanced mathematical thinking processes. In David Tall (Org.), **Advanced mathematical thinking** (pp. 25–41). Dordrecht: Kluwer. 1991.

MACCOBY, E; JACKLIN, C. The psychology of sex differences. Stanford, CA: **Stanford University Press**. 1974.

ESCARTIN, E. R. La Realidade Virtual, Una Tecnologia Educativa A Nuestro Alcance. **Revista Pixel – Bit** n° 15, 2000.

EYSENCK, H. J; KAMIN, L. **O grande debate sobre a inteligência**. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1982.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 2 ed. São Paulo: ARTMED, 2002.

FLORES-MENDOZA, C. Diferenças intelectuais entre homens e mulheres: uma breve revisão da literatura. **Psicólogo in Formação**, v. 4, n. 4, p. 25-34, 2000.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

FRANCISCO JUNIO. W. E. Estratégias de Leitura e Educação Química: Que relações? **química nova na escola** vol. 32, n° 4, novembro 2010.

FRANCISCO JUNIOR, W. E.; FERREIRA, L.H.; HARTWIG, D.R. A dinâmica de resolução de problemas: analisando episódios em sala de aula. **Ciências & Cognição**, v. 13, p. 82-99, 2008.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Analisando uma estratégia de leitura baseada na elaboração de perguntas e de perguntas com respostas. **Investigações em Ensino de Ciências – V16(1)**, pp. 161-175, 2011.

GILBERT, J. K. Models and Modeling: routes to more authentic science education. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 2, p. 115-130. 2004.

GILBERT, J.K; BOULTER, C.J; ELMER, R. Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. In J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Eds.), **Developing Models in Science Education** (pp. 3-17). 2000.

GILLESPIE, R. G. Commentary: Reforming the General Chemistry Textbook. **Journal of Chemical Education**. 74, 484. 1997.

HABRAKEN, C. Integrating into Chemistry Teaching Today's Student's Visuospatial Talents and Skills, and the Teaching of Today's Chemistry's Graphical Language. Amsterdam, **Journal of Science Education and Technology**, v. 13, n. 1, 2004.

HABRAKEN, C. Perceptions of chemistry: Why is the common perception of chemistry, the most visual of sciences so distorted? Amsterdam, **Journal of Science Education and Technology**, v.5, n.3, p. 193–201, 1996.

HALPERN, D. F. Critical thinking across the curriculum: a brief edition of thought and knowledge. Mahwah, NJ: **Lawrence Erlbaum Associates**. 1997.

HALPERN, D. F.; BENBOW, C. P.; GEARY, D.C.; GUR, R. C.; HYDE; GERNSBACHER, M. A. The science of sex differences in science and mathematics. **Psychological Science in the Public Interest**, 8, 1-52. 2007.

HALPERN, D. F.; LA MAY, M. L. The smart sex: a critical review of sex differences in intelligence. **Educational Psychology Review**, 12, 229-246. 2000.

HANUSHEK, E. A. Alternative School Policies and the Benefits of General Cognitive Skills. **Economics of Education Review**, v. 25, n. 4, p. 447-462. August, 2006.

HUDDLE, P.A., WHITE, M.D. E ROGERS, F. Using a teaching Model to correct known misconceptions in Electrochemistry. **Journal of Chemical Education**, 2000.

HYDE, J. S.; FENNEMA, E.; LAMON, S. J. Gender Differences in Mathematics Performance: A MetaAnalysis. **Psychological Bulletin**, 107(2),139-155. 1990.

HYDE, J. S.; LINN, M. C. Gender differences in verbal ability: A meta-analysis. **Psychological Bulletin**, 104, 53-69. 1988.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios 2013** (PNAD), 2013.

_____. **Censo**, 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>

JENSEN, A.R. **The g Factor: the science of mental ability**. New York:Praeger Publishers. 1998.

JOHNSON-LAIRD, P. N. **Mental models**. Cambridge, Cambridge University Press, 1983.

JOHNSON-LAIRD, P.N. **Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness**. Cambridge,UK: Cambridge U.P, 1983.

JOHNSTONE, A. H. Why Science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **J. Computer Assisted Learning**, 7, 1991.

JUAN-ESPINOSA, M. *Geografía de la inteligencia humana*. Madrid: Pirámide. 1997.

JUSTI, R. e GILBERT, J.K. Modelling, teachers' view on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. **International Journal of Science Education**, 24, 369-387, 2002.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. History and philosophy of science through models: some challenges in the case of 'the atom'. **International Journal Science Education**, Londres, v. 22, n. 9, p. 993-1009, 2000.

JUSTI, R. Modelos e Modelagem no Ensino de Química: um olhar sobre os aspectos essenciais poucos discutidos. In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Org). **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011. p. 209-230.

KLEIMAN, A. Letramento e suas implicações para o ensino de língua materna. In: **Signo**. Santa Cruz do Sul, v. 32 n 53, p. 1-25, dez, 2007.

KOCH, I. V; ELIAS, V. M. **Ler e Compreender**: os sentidos do texto. 3. ed., 3. reimpr. São Paulo: Contexto, 2010.

KOZMA, R. B. E RUSSELL, J. Multimedia and Understanding: Expert and Novice Responses to Different Representations of Chemical Phenomena. **Journal of Research in Science Teaching**, 34(9), 949-968.1997.

LAHIRE, B. **Sucesso escolar nos meios populares: a razão do improvável**. São Paulo: Ática, 1997.

LEAL, M. C.; MORTIMER, E. F. Apropriação do discurso de inovação curricular em química por professores do ensino médio: perspectivas e tensões. **Ciência & educação**, v. 14, n. 2, p. 213-231, 2008.

LEE, JONG-WHA.; BARRO, ROBERT. Schooling Quality in a Cross-Section of Countries. **Economica**, v. 68, n. 272, , p. 465-488, November 2001.

LEMKE, Jay L. **Aprender a hablar ciencia** - Lenguaje, aprendizaje y valores. Barcelona: Paidós, 1997.

LIBÂNEO, J. C. **Adeus professor, adeus professora?** Novas tecnologias educacionais e profissão docente. 4. ed. – São Paulo: Cortez, 2004.

LOPES, J. C. **As questões de Física do ENEM 2011**. Rio de Janeiro. 2015. 170 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Rio de Janeiro, 2015.

LYNN, R; RAINE. A; VENABLES, P. H; MEDNICK, S. A; IRWING, PAUL. Sex differences on the WISC-R in Mauritius. **Intelligence**, 33, 527-533. 2005.

MARQUES, M. O. **Escrever é preciso: o princípio da pesquisa**. 4. Ed. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2001, 168p.

MENEZES FILHO, N. **Os Determinantes do Desempenho Escolar no Brasil**. São Paulo: Instituto Futuro Brasil, IBMEC, FEA/USP, 2006.

MONTENEGRO, G. **Habilidades Espaciais: exercícios para o despertar de idéias**. Santa Maria: sCHDs, 2003.

MORAES, S. A. de; TERUYA, T. K. Paulo Freire e formação do professor na sociedade Tecnológica. Simpósio de Educação. Formação de Professores no contexto da Pedagogia histórico-crítica. **XIX Semana de Educação 35 Anos do Curso de Pedagogia/Campus Cascavel**. Anfiteatro da UNIOESTE, 2007.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-83, 2000.

MORTIMER, E. F; MIRANDA, L. C. Transformações – concepções de estudantes sobre reações químicas. **Química Nova na Escola**, N.2, novembro 1995.

N.R.C. National Research Council. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. **Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education**. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.

NIGRO, R. G; TRIVELATO, S. L. F. Textos no Ensino-Aprendizagem de Ciências: Primeiras Evidências a Favor de um Modelo de Trabalho Baseado em Teorias de Leitura. In: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru (SP), 2005.

NORRIS, S, P.; PHILLIPS, L, M. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. **Science Education**. v. 87, n. 2, p. 224-240, 2003.

OLIVEIRA, M. D.; MELO-SILVA, L.L. Estudantes Universitários: A Influência das Variáveis Socioeconômicas e Culturais na Carreira. **Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional** – SP, v. 14, n. 1, p. 23-34, jan./jun. 2010.

PEREIRA, L.F. e FERREIRA JR., T.M. A utilização de estratégias de leitura na interpretação das questões de Química do ENEM. in: **VII CONNEPI**. 2012.

PETRONI, M. R. “Gêneros do discurso, leitura e escrita: experiências de sala de aula”. In: PETRONI, M. R. (Org.). **Gêneros do discurso, leitura e escrita: experiências de sala de aula**. São Carlos: Pedro & João, 2008, p. 9-16.

POZO, J. I; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Tradução Naila Freitas. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

POZO, R.M. Prospective teacher’s ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. **International Journal of Science Education**, 23(4), 353-371, 2001.

REZENDE, W. S. ; CANDIAN, J. F. “A família, a escola e o desempenho dos alunos: notas de uma interação cambiante”. In: **Anais do III Congresso Ibero-Americano de Política e Administração da Educação**, Zaragoza: 2012.

RIANI, J. L, R.; RIOS-NETO, E. L. G. Background familiar versus perfil familiar do município: Qual possui maior impacto no resultado educacional dos alunos brasileiros? **Rev. Bras. Est. Pop.**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 251-269, jul./dez. 2008.

ROCKE, A. J. **Image and Reality: Kekulé, Kopp, and the scientific imagination**. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

SANTOS, Flávia M. T. GRECA Ileana M. Promovendo aprendizagem de conceitos e de representações pictóricas em Química com uma ferramenta de simulação computacional. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 4 N° 1 (2005).

SIGOLO, S. R. R. L.; LOLLATO, S. O. Aproximações entre escola e família: um desafio para educadores. In C. R. S. L. CHAKUR (Org.), **Problemas da educação sob olhar da psicologia** (pp. 37-65). Araraquara/ São Paulo: Laboratório Editorial/ Cultura Acadêmica. 2001.

SILVA JUNIOR, L. H; SAMPAIO, Y. **Qualidade da Escola e Background Familiar na Formação de Capital Humano no Brasil**. 2009.

SILVA, H.C. **Discursos escolares sobre gravitação newtoniana: textos e imagens na física do Ensino Médio**. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, 2002.

SILVA, M. F. **Aplicação de Métodos Quantitativos em Auditoria: Uso do R em Análise de Dados aplicada à Auditoria**, 2011.

SZYMANSKI, H. Encontros e desencontros na relação família-escola. **Idéias**, 25, 213-225, 1997.

TECHNOLOGIES, L. *SPSS 23.0 for windows*.

VOYER, D.;VOYER, S.; BRYDEN, M. P. Magnitude of sex differences in spatial ability: a meta-analysis and consideration of critical variables. **Psychological Bulletin**, 117, 250-270. 1995.

WARTHA, E. J. **Processos de ensino e aprendizagem de conceitos de química orgânica sob um olhar da semiótica peirceana**. 2013. f. 243. Tese (Doutorado ensino de Química) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

WARTHA, E. J; REZENDE, D. B. **Os níveis de representação no ensino de química e as categorias da semiótica de Peirce**. *Investigações em Ensino de Ciências – V16(2)*, pp. 275-290, 2011.

WECHSLER S. M.; SCHELINI P. W. Bateria de Habilidades Cognitivas Woodcock-Johnson III: Validade de Construto. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Vol. 22 n. 3, pp. 287-296. Set-Dez 2006.

WENZEL, J. S. **A significação conceitual em química em processo orientado de escrita e reescrita e a ressignificação da prática pedagógica**. 2013. Tese (doutorado) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013.

WU, H-K; SHAH, P. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. *Science Education*, 88(3), 465-492, 2004.

WU, KSIN-KAI, KRAJCIK, J.S. SOLOWAY, E. Promoting Understanding of Chemical Representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. **Journal of Research in Science Teaching**. 38(7), 821-840, 2001.

APÊNDICES

Apêndice A - Resultados estatísticos

Categoria suporte representacional – Prova azul – 2012					
		Masculino		Feminino	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	
53	12,3	24,7	14,3	48,7	
56	14,6	22,4	23,0	40,0	
59	9,5	27,4	14,7	48,4	
67	10,3	26,6	19,5	43,6	
77	10,5	26,5	14,6	48,4	
82	8,8	28,1	12,3	50,7	
85	13,0	24,0	20,5	42,5	
89	7,3	29,6	11,9	51,1	
Categoria suporte representacional – Prova azul – 2013					
		Masculino		Feminino	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	
46	5,9	31,5	10,2	52,4	
48	7,9	29,5	10,9	51,7	
54	13,0	24,4	17,9	44,7	
64	7,5	29,9	14,2	48,4	
66	6,6	30,8	10,7	51,9	
69	9,1	28,3	13,6	49,0	
73	6,6	30,8	11,2	51,4	
83	5,1	32,3	8,9	53,7	
85	5,1	31,7	8,9	53,0	
86	19,4	30,6	12,6	50,0	
Categoria suporte representacional – Prova azul – 2014					
		Masculino		Feminino	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	
48	7,3	31,1	12,2	49,5	
54	12,1	26,3	16,5	45,1	
55	11,5	26,9	15,1	46,5	
57	11,1	27,3	13,4	48,2	
62	4,4	34,0	7,2	54,4	
67	5,3	33,0	8,7	61,6	
69	19,3	19,1	26,3	35,3	
70	5,6	32,8	9,0	52,6	
80	14,4	24,0	21,6	40,0	
81	12,6	25,8	16,6	45,0	
82	12,8	87,2	7,2	54,4	
Categoria Suporte Habilidade – Prova azul – 2012					
		Masculino		Feminino	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	

49	6,6	30,3	10,5	52,5
58	12,4	24,5	41,2	21,9
60	9,1	27,8	16,2	46,9
66	6,7	30,3	10,7	52,4
79	12,7	24,2	22,0	41,1
90	8,5	28,5	10,7	52,3
Categoria Suporte Habilidade– Prova azul – 2013				
Masculino		Feminino		
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
47	10,3	27,1	16,7	45,9
58	6,0	31,4	10,1	52,5
68	9,2	28,2	14,5	48,1
71	8,1	29,3	12,0	50,6
87	6,2	31,2	11,2	51,4
90	10,9	26,5	16,8	45,8
Categoria Suporte Habilidade – Prova azul – 2014				
Masculino		Feminino		
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
58	8,1	30,3	12,3	49,3
59	6,5	31,9	10,7	50,9
64	7,0	31,4	13,4	48,2
65	6,5	31,9	10,5	51,1
77	9,7	28,7	14,2	47,4
78	12,7	25,7	17,2	44,4
83	9,8	28,6	12,7	48,9
88	9,7	28,7	14,6	47,0
Categoria Suporte linguagem natural (texto) – Prova azul – 2012				
Masculino		Feminino		
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
70	5,4	31,5	8,5	54,5
76	10,0	26,9	13,5	49,5
86	9,2	27,8	14,6	48,5
Categoria Suporte linguagem natural (texto) – Prova azul – 2013				
Masculino		Feminino		
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
59	6,0	31,4	8,4	54,2
61	10,4	27,0	16,4	46,2
74	5,7	31,7	10,1	52,5
77	8,2	29,2	12,9	49,7
81	10,5	26,9	13,6	49,0
89	25,0	12,5	25,2	37,4
Categoria Suporte linguagem natural (texto) – Prova azul – 2014				
Masculino		Feminino		
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)

51	15,2	23,2	22,7	38,9
56	11,7	26,7	14,0	47,6
68	6,0	32,4	9,2	52,4
75	13,8	24,6	21,7	39,9
84	8,1	30,3	12,3	49,3
86	13,1	25,2	22,7	38,9

Apêndice B - Resultados estatísticos

Suporte representacional

Renda Familiar – 2012								
	Menos de 1 salário mínimo		De 1 até 3 salários mínimos		Mais de 3 até 15 salários mínimos		Mais de 15 salários mínimos	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
53	0,6	2,3	19,1	62,0	6,1	8,6	0,8	0,6
56	1,0	1,8	28,7	52,3	7,0	7,6	0,9	0,6
59	0,6	2,2	18,7	62,4	4,3	10,3	0,7	0,8
67	0,8	2,0	24,1	56,9	4,3	10,4	0,5	1,0
77	0,5	2,3	19,3	61,8	4,6	10,0	0,6	0,8
82	0,4	2,4	15,2	65,9	4,8	9,8	0,8	0,7
85	0,9	1,9	25,9	55,2	6,0	8,6	0,7	0,7
89	0,5	2,3	14,1	67,0	4,1	10,6	0,6	0,8
Renda Familiar – 2013								
	Menos de 1 salário mínimo		De 1 até 3 salários mínimos		Mais de 3 até 15 salários mínimos		Mais de 15 salários mínimos	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
46	0,5	2,5	13,5	69,0	1,9	11,4	0,2	1,0
48	0,5	2,5	14,7	67,7	3,2	10,2	0,3	0,9
54	0,7	2,3	22,4	60,1	6,9	6,4	0,9	0,4
64	0,6	2,3	18,4	64,1	2,5	10,9	0,2	1,0
66	0,5	2,4	13,7	68,7	2,7	10,6	0,3	0,9
69	0,6	2,3	17,0	65,5	4,6	8,8	0,5	0,7
73	0,5	2,4	13,9	68,6	3,0	10,3	0,4	0,9
83	0,4	2,6	11,5	71,0	1,9	11,4	0,2	1,0
85	0,4	2,5	12,6	69,9	2,1	11,2	0,2	1,0
86	0,5	2,5	15,8	66,7	2,8	10,6	0,3	0,9
Renda Familiar – 2014								
	Menos de 1 salário mínimo		De 1 até 3 salários mínimos		Mais de 3 até 15 salários mínimos		Mais de 15 salários mínimos	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
48	0,7	2,7	16,1	67,2	2,3	9,4	0,4	1,1
54	0,9	2,6	22,8	60,5	4,3	7,4	0,6	0,9
55	0,3	2,7	20,4	62,9	4,5	7,2	0,8	0,7
57	0,9	2,5	19,6	63,7	3,4	8,3	0,4	1,0
62	0,4	3,1	9,3	74,0	1,6	10,1	0,2	1,2
67	0,4	3,0	11,6	71,7	1,7	10,1	0,3	1,2
69	1,3	2,1	36,0	47,4	7,2	4,6	1,0	0,4
70	0,5	3,0	12,3	71,0	1,6	10,1	0,2	1,2
80	1,0	2,5	28,0	55,3	6,0	5,8	0,9	0,6
81	0,8	2,7	23,0	60,3	4,6	7,2	0,7	0,7

82	0,4	3,0	10,5	72,8	1,6	10,2	0,2	1,2
----	-----	-----	------	------	-----	------	-----	-----

Suporte Habilidade

Renda Familiar – 2012								
	Menos de 1 salário mínimo		De 1 até 3 salários mínimos		Mais de 3 até 15 salários mínimos		Mais de 15 salários mínimos	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
49	0,4	2,4	12,1	69,0	4,0	10,7	0,6	0,8
58	1,0	1,9	26,6	54,5	6,0	8,7	0,7	0,7
60	0,8	2,0	20,3	60,8	3,7	11,0	0,6	0,9
66	0,5	2,3	13,7	67,3	2,8	11,9	0,3	1,1
79	0,9	1,9	27,4	53,7	5,7	8,9	0,6	0,8
90	0,5	2,3	13,9	67,2	4,2	10,5	0,7	0,8
Renda Familiar – 2013								
	Menos de 1 salário mínimo		De 1 até 3 salários mínimos		Mais de 3 até 15 salários mínimos		Mais de 15 salários mínimos	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
47	0,7	2,2	21,2	61,2	4,5	8,8	0,6	0,7
58	0,5	2,5	12,6	69,9	2,7	10,6	0,3	0,9
68	0,6	2,3	19,3	63,1	3,4	9,9	0,3	0,9
71	0,6	2,3	15,9	66,5	3,1	10,2	0,4	0,8
87	0,6	2,3	14,7	67,7	9,1	11,4	0,2	1,1
90	0,6	2,4	20,7	61,7	5,7	7,6	0,7	0,6
Renda Familiar – 2014								
	Menos de 1 salário mínimo		De 1 até 3 salários mínimos		Mais de 3 até 15 salários mínimos		Mais de 15 salários mínimos	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
58	0,7	2,8	16,6	66,8	2,7	9,1	0,4	1,1
59	0,5	3,0	14,6	68,8	1,9	9,9	0,3	1,2
64	0,7	2,8	16,4	67,0	2,8	8,9	0,4	1,1
65	0,6	2,9	14,4	69,0	1,8	9,9	0,2	1,3
77	0,8	2,7	19,3	64,0	3,3	8,4	0,5	1,0
78	0,8	2,7	23,6	59,7	4,8	7,0	0,7	0,8
83	0,6	2,9	15,5	65,8	3,7	8,1	0,6	0,8
88	0,8	2,7	20,0	63,4	3,1	8,6	0,4	1,0

Suporte linguagem natural

Renda Familiar – 2012								
	Menos de 1 salário mínimo		De 1 até 3 salários mínimos		Mais de 3 até 15 salários mínimos		Mais de 15 salários mínimos	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
70	0,4	2,4	11,0	70,1	2,3	12,3	0,3	1,2
76	0,5	2,3	17,0	64,1	5,2	9,4	0,8	0,6
86	0,6	2,2	17,7	63,4	4,8	9,9	0,6	0,8
Renda Familiar – 2013								
	Menos de 1 salário mínimo		De 1 até 3 salários mínimos		Mais de 3 até 15 salários mínimos		Mais de 15 até acima de 20 salários mínimos	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
59	0,5	2,5	10,9	71,6	2,7	10,6	0,4	0,9
61	0,8	2,2	2,5	61,0	4,1	9,3	0,4	0,8
74	0,4	2,6	12,6	69,9	2,5	10,8	0,3	1,0
77	0,5	2,5	17,0	65,4	3,2	10,1	0,3	0,9

81	0,5	2,4	17,7	64,8	5,3	8,1	0,6	0,6
89	1,1	1,8	31,6	50,9	5,4	8,8	0,4	0,8
Renda Familiar – 2014								
	Menos de 1 salário mínimo		De 1 até 3 salários mínimos		Mais de 3 até 15 salários mínimos		Mais de 15 salários mínimos	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
51	1,2	2,2	32,3	51,1	4,0	7,7	0,4	1,0
56	0,7	2,8	19,7	63,7	4,4	7,3	0,8	0,7
68	0,5	3,0	11,9	71,4	2,3	9,4	0,5	1,0
75	1,0	2,5	28,1	55,3	5,4	6,3	0,9	0,6
84	0,7	2,8	16,2	67,1	3,0	8,7	0,5	1,0
86	1,1	2,4	28,2	55,1	5,5	6,3	0,9	0,6

Apêndice C - Resultados estatísticos

Categoria suporte representacional

Escolaridade – 2012												
	Não sabem ou não estudou				Escolaridade do 1º série do fundamental ao 2º grau incompleto				2º grau completo a Pós graduação			
	Pai		Mãe		Pai		Mãe		Pai		Mãe	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
53	4,2	15,5	2,3	8,8	12,8	41,3	12,6	41,7	9,7	16,6	11,7	22,9
56	6,6%	13,1	3,6	7,6	19,4	34,6	19,4	34,9	11,6	14,7	14,7	19,9
59	4,3	15,4	2,5	8,6	12,7	41,4	12,5	41,8	7,3	19,0	9,3	25,3
67	5,9	13,8	3,3	7,8	16,3	37,8	16,1	38,2	7,6	18,6	10,3	24,3
77	4,7	15,0	2,6	8,5	12,7	41,4	12,9	41,4	7,7	18,5	9,6	25,0
82	3,4	16,3	1,9	9,2	10,3	43,7	10,0	44,3	7,5	18,8	9,3	25,3
85	6,2	13,5	3,3	7,8	17,4	36,6	17,4	36,9	9,9	16,4	12,7	21,8
89	3,4	16,3	1,9	9,3	9,2	44,8	9,2	45,1	6,7	19,6	8,2	26,4
Escolaridade – 2013												
	Não sabem ou não estudou				Escolaridade do 1º série do fundamental ao 2º grau incompleto				2º grau completo a Pós graduação			
	Pai		Mãe		Pai		Mãe		Pai		Mãe	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
46	3,4	16,5	3,4	16,5	8,5	44,4	8,5	44,4	4,2	23,0	4,2	23,0
48	3,6	16,3	3,6	16,3	9,4	43,5	9,4	43,5	5,7	21,5	5,7	21,5
54	5,0	14,9	5,0	14,9	14,3	38,6	14,3	38,6	11,5	15,6	11,5	15,6
64	4,7	15,3	4,7	15,3	11,7	41,2	11,7	41,2	5,4	21,7	5,4	21,7
66	3,3	16,7	3,3	16,7	9,0	43,9	9,0	43,9	5,1	22,1	5,1	22,1
69	4,3	15,7	4,3	15,7	11,1	41,8	11,1	41,8	7,2	19,9	7,2	19,9
73	3,5	16,5	3,5	16,5	8,8	44,1	8,8	44,1	5,5	21,7	5,5	21,7
83	2,8	17,2	2,8	17,2	7,4	45,5	7,4	45,5	3,9	23,3	3,9	23,3
85	3,1	16,8	3,1	16,8	8,1	44,8	8,1	44,8	4,1	23,0	4,1	23,0
86	3,6	16,3	3,6	16,3	10,2	42,7	10,2	42,7	5,5	21,7	5,5	21,7
Escolaridade – 2014												
	Não sabem ou não estudou				Escolaridade do 1º série do fundamental ao 2º grau incompleto				2º grau completo a Pós graduação			
	Pai		Mãe		Pai		Mãe		Pai		Mãe	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
48	3,5	16,4	2,0	9,2	10,4	41,8	10,3	42,5	5,5	22,3	7,2	28,8

54	5,0	15,0	2,6	8,7	14,1	38,1	13,9	38,9	9,6	18,2	12,2	23,7
55	4,5	15,5	2,4	8,9	12,9	39,3	12,6	40,2	9,1	18,7	11,5	24,4
57	4,6	15,4	2,6	8,6	12,4	39,8	12,4	40,4	7,5	20,3	9,4	26,5
62	2,1	17,9	1,2	10,0	6,0	46,3	5,8	47,0	3,5	24,3	4,5	31,4
67	3,0	17,0	1,8	9,5	7,0	45,2	7,2	45,6	4,0	23,8	5,1	30,8
69	8,5	11,5	4,6	6,7	22,8	29,4	22,9	29,9	14,3	13,5	18,1	17,8
70	3,0	16,9	1,7	9,5	7,8	44,4	7,9	44,9	3,8	24,0	5,0	30,9
80	6,4	13,6	3,5	7,8	7,3	34,9	17,4	35,4	12,3	15,5	15,1	20,8
81	5,0	15,0	2,7	8,5	14,5	37,7	14,4	38,4	9,7	18,1	12,1	23,8
82	2,6	17,4	1,4	9,9	6,5	45,7	6,6	46,2	3,6	24,2	4,7	31,2

Categoria Suporte Habilidade

Escolaridade – 2012												
Não sabem ou não estudou					Escolaridade do 1º série do fundamental ao 2º grau incompleto				2º grau completo a Pós graduação			
Pai		Mãe			Pai		Mãe		Pai		Mãe	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
49	2,6	17,1	1,4	9,8	8,2	45,8	8,0	46,3	6,3	20,0	7,8	26,8
58	6,3	13,4	3,3	7,8	17,8	36,2	17,8	36,5	10,2	16,0	13,2	21,4
60	5,0	14,7	2,8	8,3	13,3	40,7	13,6	40,7	6,9	19,4	8,8	25,8
66	3,3	16,4	1,9	9,2	9,2	44,8	9,2	45,1	4,9	21,4	6,2	28,4
79	6,6	13,1	3,7	7,4	18,4	35,6	18,6	35,7	9,7	16,6	12,4	22,2
90	3,1	16,6	1,6	9,6	9,5	44,6	9,3	45,0	6,7	19,6	8,4	26,2
Escolaridade – 2013												
Não sabem ou não estudou					Escolaridade do 1º série do fundamental ao 2º grau incompleto				2º grau completo a Pós graduação			
Pai		Mãe			Pai		Mãe		Pai		Mãe	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
47	4,9	15,0	2,7	8,7	13,9	39,0	13,7	39,2	8,2	18,9	10,6	25,1
58	3,1	16,9	1,7	9,7	8,1	44,8	8,0	45,0	5,0	22,2	6,4	29,2
68	4,6	15,4	2,7	8,7	12,2	40,7	12,3	40,7	6,9	20,2	8,7	26,9
71	3,8	16,2	2,1	9,3	10,1	42,8	9,8	43,2	6,2	20,9	8,2	27,4
87	3,7	16,2	2,2	9,2	9,7	43,2	9,7	43,2	4,0	23,1	5,6	30,1
90	4,8	15,2	5,2	8,9	13,3	39,6	13,2	39,8	9,6	17,5	12,1	23,6
Escolaridade – 2014												
Não sabem ou não estudou					Escolaridade do 1º série do fundamental ao 2º grau incompleto				2º grau completo a Pós graduação			
Pai		Mãe			Pai		Mãe		Pai		Mãe	
Itens	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
58	4,0	16,0	2,3	9,0	10,6	41,6	10,5	42,3	5,8	22,0	7,5	28,4
59	3,6	16,4	2,0	9,3	9,0	43,3	9,2	43,7	4,7	23,1	6,2	29,8
64	3,9	16,1	2,2	9,0	10,4	41,8	10,3	42,5	6,0	21,8	7,8	28,1
65	3,3	16,7	1,9	9,3	9,0	43,2	9,1	43,7	4,7	23,1	5,9	30,0
77	4,4	15,6	2,6	8,7	12,2	40,0	12,2	40,6	7,3	20,5	9,2	26,7
78	5,5	14,5	3,1	8,2	14,9	37,3	14,9	38,0	9,6	18,2	12,0	23,9
83	3,9	16,0	2,2	9,0	11,0	41,2	10,9	42,0	7,5	20,3	9,4	26,5
88	4,7	15,3	2,6	8,7	12,7	39,5	12,3	40,5	6,9	20,9	9,4	26,5

Categoria Suporte linguagem natural (texto)

Escolaridade – 2012		
Não sabem ou não estudou	Escolaridade do 1º série do fundamental ao 2º grau incompleto	2º grau completo a Pós graduação

Itens	Pai		Mãe		Pai		Mãe		Pai		Mãe	
	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
70	2,4	17,3	1,3	9,8	7,4	46,6	7,4	46,9	4,1	22,2	5,3	29,3
76	4,2	15,5	2,4	8,7	11,4	42,7	11,6	42,7	8,0	18,2	9,4	25,0
86	4,4	15,3	2,7	8,5	11,7	42,4	11,8	42,5	7,7	18,5	9,3	25,3
Escolaridade – 2013												
Não sabem ou não estudou				Escolaridade do 1º série do fundamental ao 2º grau incompleto				2º grau completo a Pós graduação				
Itens	Pai		Mãe		Pai		Mãe		Pai		Mãe	
	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
59	2,6	17,3	1,4	10,0	6,9	46,0	7,1	45,8	4,9	22,3	5,8	29,8
61	5,1	14,9	3,0	8,4	13,8	39,1	13,8	39,2	7,9	19,3	10,0	25,6
74	3,0	16,9	1,7	9,7	8,0	44,9	8,2	44,8	4,8	22,4	5,9	29,8
77	4,0	15,9	2,2	9,2	10,7	42,2	10,8	42,1	6,4	20,7	8,0	27,6
81	4,0	16,0	2,4	9,0	11,4	41,5	11,1	41,8	8,7	18,4	10,6	25,1
89	7,9	12,1	4,5	6,9	20,3	32,6	20,4	32,5	9,4	17,7	12,7	23,0
Escolaridade – 2014												
Não sabem ou não estudou				Escolaridade do 1º série do fundamental ao 2º grau incompleto				2º grau completo a Pós graduação				
Itens	Pai		Mãe		Pai		Mãe		Pai		Mãe	
	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)	Acerto (%)	Erro (%)
51	7,9	12,1	4,5	6,7	20,0	32,2	20,4	32,4	10,0	17,8	12,9	23,0
56	4,3	15,6	2,2	9,1	12,4	39,8	12,2	40,6	8,9	18,9	11,3	24,6
68	2,8	17,2	1,5	9,8	7,4	44,8	7,3	45,5	5,0	22,8	6,3	29,6
75	6,6	13,3	3,8	7,5	17,6	34,6	17,5	35,3	11,3	16,6	14,2	21,7
84	3,7	16,3	2,0	9,2	10,0	42,2	10,1	42,7	6,7	21,1	8,3	27,6
86	6,5	13,5	3,7	7,6	17,9	34,3	17,8	35,1	11,4	16,4	14,4	21,5

ANEXOS

ANEXO A



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA

MATRIZ DE REFERÊNCIA PARA O ENEM 2009

EIXOS COGNITIVOS (comuns a todas as áreas de conhecimento)

- 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.

Matriz de Referência de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

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 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.

3. Ciências da Natureza e suas Tecnologias

3.1 Física

- **Conhecimentos básicos e fundamentais** - Noções de ordem de grandeza. Notação Científica. Sistema Internacional de Unidades. Metodologia de investigação: a procura de regularidades e de sinais na interpretação física do mundo. Observações e mensurações: representação de grandezas físicas como grandezas mensuráveis. Ferramentas básicas: gráficos e vetores. Conceituação de grandezas vetoriais e escalares. Operações básicas com vetores.
- **O movimento, o equilíbrio e a descoberta de leis físicas** - Grandezas fundamentais da mecânica: tempo, espaço, velocidade e aceleração. Relação histórica entre força e movimento. Descrições do movimento e sua interpretação: quantificação do movimento e sua descrição matemática e gráfica. Casos especiais de movimentos e suas regularidades observáveis. Conceito de inércia. Noção de sistemas de referência inerciais e não inerciais. Noção dinâmica de massa e quantidade de movimento (momento linear). Força e variação da quantidade de movimento. Leis de Newton. Centro de massa e a idéia de ponto material. Conceito de forças externas e internas. Lei da conservação da quantidade de movimento (momento linear) e teorema do impulso. Momento de uma força (torque). Condições de equilíbrio estático de ponto material e de corpos rígidos. Força de atrito, força peso, força normal de contato e tração. Diagramas de forças. Identificação das forças que atuam nos movimentos circulares. Noção de força centrípeta e sua quantificação. A hidrostática: aspectos históricos e variáveis relevantes. Empuxo. Princípios de Pascal, Arquimedes e Stevin: condições de flutuação, relação entre diferença de nível e pressão hidrostática.
- **Energia, trabalho e potência** - Conceituação de trabalho, energia e potência. Conceito de energia potencial e de energia cinética. Conservação de energia mecânica e dissipação de energia. Trabalho da força gravitacional e energia potencial gravitacional. Forças conservativas e dissipativas.
- **A Mecânica e o funcionamento do Universo** - Força peso. Aceleração gravitacional. Lei da Gravitação Universal. Leis de Kepler. Movimentos de corpos celestes. Influência na Terra: marés e variações climáticas. Concepções históricas sobre a origem do universo e sua evolução.
- **Fenômenos Elétricos e Magnéticos** - Carga elétrica e corrente elétrica. Lei de Coulomb. Campo elétrico e potencial elétrico. Linhas de campo. Superfícies equipotenciais. Poder das pontas. Blindagem. Capacitores. Efeito Joule. Lei de Ohm. Resistência elétrica e resistividade. Relações entre grandezas elétricas: tensão, corrente, potência e energia. Circuitos elétricos simples. Correntes contínua

e alternada. Medidores elétricos. Representação gráfica de circuitos. Símbolos convencionais. Potência e consumo de energia em dispositivos elétricos. Campo magnético. Ímãs permanentes. Linhas de campo magnético. Campo magnético terrestre.

- **Oscilações, ondas, óptica e radiação** - Feixes e frentes de ondas. Reflexão e refração. Óptica geométrica: lentes e espelhos. Formação de imagens. Instrumentos ópticos simples. Fenômenos ondulatórios. Pulsos e ondas. Período, frequência, ciclo. Propagação: relação entre velocidade, frequência e comprimento de onda. Ondas em diferentes meios de propagação.
- **O calor e os fenômenos térmicos** - Conceitos de calor e de temperatura. Escalas termométricas. Transferência de calor e equilíbrio térmico. Capacidade calorífica e calor específico. Condução do calor. Dilatação térmica. Mudanças de estado físico e calor latente de transformação. Comportamento de Gases ideais. Máquinas térmicas. Ciclo de Carnot. Leis da Termodinâmica. Aplicações e fenômenos térmicos de uso cotidiano. Compreensão de fenômenos climáticos relacionados ao ciclo da água.

3.2 Química

- **Transformações Químicas** - Evidências de transformações químicas. Interpretando transformações químicas. Sistemas Gasosos: Lei dos gases. Equação geral dos gases ideais, Princípio de Avogadro, conceito de molécula; massa molar, volume molar dos gases. Teoria cinética dos gases. Misturas gasosas. Modelo corpuscular da matéria. Modelo atômico de Dalton. Natureza elétrica da matéria: Modelo Atômico de Thomson, Rutherford, Rutherford-Bohr. Átomos e sua estrutura. Número atômico, número de massa, isótopos, massa atômica. Elementos químicos e Tabela Periódica. Reações químicas.
- **Representação das transformações químicas** - Fórmulas químicas. Balanceamento de equações químicas. Aspectos quantitativos das transformações químicas. Leis ponderais das reações químicas. Determinação de fórmulas químicas. Grandezas Químicas: massa, volume, mol, massa molar, constante de Avogadro. Cálculos estequiométricos.
- **Materiais, suas propriedades e usos** - Propriedades de materiais. Estados físicos de materiais. Mudanças de estado. Misturas: tipos e métodos de separação. Substâncias químicas: classificação e características gerais. Metais e Ligas metálicas. Ferro, cobre e alumínio. Ligações metálicas. Substâncias iônicas: características e propriedades. Substâncias iônicas do grupo: cloreto, carbonato, nitrato e sulfato. Ligação iônica. Substâncias moleculares: características e propriedades. Substâncias moleculares: H₂, O₂, N₂, Cl₂, NH₃, H₂O, HCl, CH₄. Ligação Covalente. Polaridade de moléculas. Forças intermoleculares. Relação entre estruturas, propriedade e aplicação das substâncias.

- **Água** - Ocorrência e importância na vida animal e vegetal. Ligação, estrutura e propriedades. Sistemas em Solução Aquosa: Soluções verdadeiras, soluções coloidais e suspensões. Solubilidade. Concentração das soluções. Aspectos qualitativos das propriedades coligativas das soluções. Ácidos, Bases, Sais e Oxidos: definição, classificação, propriedades, formulação e nomenclatura. Conceitos de ácidos e base. Principais propriedades dos ácidos e bases: indicadores, condutibilidade elétrica, reação com metais, reação de neutralização.
- **Transformações Químicas e Energia** - Transformações químicas e energia calorífica. Calor de reação. Entalpia. Equações termoquímicas. Lei de Hess. Transformações químicas e energia elétrica. Reação de oxirredução. Potenciais padrão de redução. Pilha. Eletrólise. Leis de Faraday. Transformações nucleares. Conceitos fundamentais da radioatividade. Reações de fissão e fusão nuclear. Desintegração radioativa e radioisótopos.
- **Dinâmica das Transformações Químicas** - Transformações Químicas e velocidade. Velocidade de reação. Energia de ativação. Fatores que alteram a velocidade de reação: concentração, pressão, temperatura e catalisador.
- **Transformação Química e Equilíbrio** - Caracterização do sistema em equilíbrio. Constante de equilíbrio. Produto iônico da água, equilíbrio ácido-base e pH. Solubilidade dos sais e hidrólise. Fatores que alteram o sistema em equilíbrio. Aplicação da velocidade e do equilíbrio químico no cotidiano.
- **Compostos de Carbono** - 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.
- **Relações da Química com as Tecnologias, a Sociedade e o Meio Ambiente** - Química no cotidiano. Química na agricultura e na saúde. Química nos alimentos. Química e ambiente. Aspectos científico-tecnológicos, socioeconômicos e ambientais associados à obtenção ou produção de substâncias químicas. Indústria Química: obtenção e utilização do cloro, hidróxido de sódio, ácido sulfúrico, amônia e ácido nítrico. Mineração e Metalurgia. Poluição e tratamento de água. Poluição atmosférica. Contaminação e proteção do ambiente.
- **Energias Químicas no Cotidiano** - Petróleo, gás natural e carvão. Madeira e hulha. Biomassa. Biocombustíveis. Impactos ambientais de combustíveis fósseis. Energia nuclear. Lixo atômico. Vantagens e desvantagens do uso de energia nuclear.

3.3 Biologia

- **Moléculas, células e tecidos** - Estrutura e fisiologia celular: membrana, citoplasma e núcleo. Divisão celular. Aspectos bioquímicos das estruturas celulares. Aspectos gerais do metabolismo celular. Metabolismo energético: fotossíntese e respiração. Codificação da informação genética. Síntese protéica. Diferenciação celular. Principais tecidos animais e vegetais. Origem e evolução das células. Noções sobre células-tronco, clonagem e tecnologia do DNA recombinante. Aplicações de biotecnologia na produção de alimentos, fármacos e componentes biológicos. Aplicações de tecnologias relacionadas ao DNA a investigações científicas, determinação da paternidade, investigação criminal e identificação de indivíduos. Aspectos éticos relacionados ao desenvolvimento biotecnológico. Biotecnologia e sustentabilidade.
- **Hereditariedade e diversidade da vida** - Princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias. Concepções pré-mendelianas sobre a hereditariedade. Aspectos genéticos do funcionamento do corpo humano. Antígenos e anticorpos. Grupos sanguíneos, transplantes e doenças auto-imunes. Neoplasias e a influência de fatores ambientais. Mutações gênicas e cromossômicas. Aconselhamento genético. Fundamentos genéticos da evolução. Aspectos genéticos da formação e manutenção da diversidade biológica.
- **Identidade dos seres vivos** - Níveis de organização dos seres vivos. Vírus, procariontes e eucariontes. Autótrofos e heterótrofos. Seres unicelulares e pluricelulares. Sistemática e as grandes linhas da evolução dos seres vivos. Tipos de ciclo de vida. Evolução e padrões anatômicos e fisiológicos observados nos seres vivos. Funções vitais dos seres vivos e sua relação com a adaptação desses organismos a diferentes ambientes. Embriologia, anatomia e fisiologia humana. Evolução humana. Biotecnologia e sistemática.
- **Ecologia e ciências ambientais** - Ecossistemas. Fatores bióticos e abióticos. Habitat e nicho ecológico. A comunidade biológica: teia alimentar, sucessão e comunidade clímax. Dinâmica de populações. Interações entre os seres vivos. Ciclos biogeoquímicos. Fluxo de energia no ecossistema. Biogeografia. Biomas brasileiros. Exploração e uso de recursos naturais. Problemas ambientais: mudanças climáticas, efeito estufa; desmatamento; erosão; poluição da água, do solo e do ar. Conservação e recuperação de ecossistemas. Conservação da biodiversidade. Tecnologias ambientais. Noções de saneamento básico. Noções de legislação ambiental: água, florestas, unidades de conservação; biodiversidade.
- **Origem e evolução da vida** - A biologia como ciência: história, métodos, técnicas e experimentação. Hipóteses sobre a origem do Universo, da Terra e dos seres vivos. Teorias de evolução. Explicações pré-darwinistas para a modificação das espécies. A teoria evolutiva de Charles Darwin. Teoria sintética da evolução. Seleção artificial e seu impacto sobre ambientes naturais e sobre populações humanas.
- **Qualidade de vida das populações humanas** - Aspectos biológicos da pobreza e do desenvolvimento humano. Indicadores sociais, ambientais e econômicos. Índice

de desenvolvimento humano. Principais doenças que afetam a população brasileira: caracterização, prevenção e profilaxia. Noções de primeiros socorros. Doenças sexualmente transmissíveis. Aspectos sociais da biologia: uso indevido de drogas; gravidez na adolescência; obesidade. Violência e segurança pública. Exercícios físicos e vida saudável. Aspectos biológicos do desenvolvimento sustentável. Legislação e cidadania.

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

A COR DO SEU CADERNO DE QUESTÕES É AZUL.
MARQUE-A EM SEU CARTÃO-RESPOSTA



1º DIA
CADERNO
1 AZUL

PROVA DE CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS
PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTE

- Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões numeradas de 1 a 90, dispostas da seguinte maneira:
 - as questões de número 1 a 45 são relativas à área de Ciências Humanas e suas Tecnologias;
 - as questões de número 46 a 90 são relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.
- Confira se o seu CADERNO DE QUESTÕES contém a quantidade de questões e se essas questões estão na ordem mencionada na instrução anterior. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito ou apresente divergência, comunique ao aplicador da sala para que ele tome as providências cabíveis.
- Verifique, no CARTÃO-RESPOSTA, se os seus dados estão registrados corretamente. Caso haja alguma divergência, comunique-a imediatamente ao aplicador da sala.
- ATENÇÃO:** após a conferência, escreva e assine seu nome nos espaços próprios do CARTÃO-RESPOSTA com caneta esferográfica de tinta preta.
- ATENÇÃO:** transcreva no espaço apropriado do seu CARTÃO-RESPOSTA, com sua caligrafia usual, considerando as letras maiúsculas e minúsculas, a seguinte frase:

Ler é descobrir-se na experiência do outro.
- Marque no CARTÃO-RESPOSTA, no espaço apropriado, a opção correspondente à cor desta capa.
- Não dobre, não amasse nem rasure o CARTÃO-RESPOSTA, pois ele não poderá ser substituído.
- Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 opções identificadas com as letras **A**, **B**, **C**, **D** e **E**. Apenas uma responde corretamente à questão.
- No CARTÃO-RESPOSTA, preencha todo o espaço compreendido no círculo correspondente à opção escolhida para a resposta. A marcação em mais de uma opção anula a questão, mesmo que uma das respostas esteja correta.
- O tempo disponível para estas provas é de **quatro horas e trinta minutos**.
- Reserve os 30 minutos finais para marcar seu CARTÃO-RESPOSTA. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES não serão considerados na avaliação.
- Quando terminar as provas, acene para chamar o aplicador e entregue este CADERNO DE QUESTÕES e o CARTÃO-RESPOSTA.
- Você poderá deixar o local de prova somente após decorridas duas horas do início da aplicação e poderá levar seu CADERNO DE QUESTÕES ao deixar em definitivo a sala de provas nos 30 minutos que antecedem o término da prova.
- Você será excluído do exame no caso de:
 - prestar, em qualquer documento, declaração falsa ou inexata;
 - perturbar, de qualquer modo, a ordem no local de aplicação das provas, incorrendo em comportamento indevido durante a realização do Exame;
 - se comunicar, durante as provas, com outro participante verbalmente, por escrito ou por qualquer outra forma;
 - utilizar qualquer tipo de equipamento eletrônico e de comunicação durante a realização do Exame;
 - utilizar ou tentar utilizar meio fraudulento, em benefício próprio ou de terceiros, em qualquer etapa do Exame;
 - utilizar livros, notas ou impressos durante a realização do Exame;
 - se ausentar da sala de provas levando consigo o CADERNO DE QUESTÕES antes do prazo estabelecido e/ou o CARTÃO-RESPOSTA a qualquer tempo;
 - não cumprir com o disposto no edital do Exame.



**CIÊNCIAS DA NATUREZA
E SUAS TECNOLOGIAS**

Questões de 46 a 90

QUESTÃO 46

Para diminuir o acúmulo de lixo e o desperdício de materiais de valor econômico e, assim, reduzir a exploração de recursos naturais, adotou-se, em escala internacional, a política dos três erres: Redução, Reutilização e Reciclagem.

Um exemplo de reciclagem é a utilização de

- A garrafas de vidro retornáveis para cerveja ou refrigerante.
- B** latas de alumínio como material para fabricação de lingotes.
- C sacos plásticos de supermercado como acondicionantes de lixo caseiro.
- D embalagens plásticas vazias e limpas para acondicionar outros alimentos.
- E garrafas PET recortadas em tiras para fabricação de cerdas de vassouras.

QUESTÃO 47

Um dos problemas ambientais vivenciados pela agricultura hoje em dia é a compactação do solo, devida ao intenso tráfego de máquinas cada vez mais pesadas, reduzindo a produtividade das culturas.

Uma das formas de prevenir o problema de compactação do solo é substituir os pneus dos tratores por pneus mais

- A** largos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- B estreitos, reduzindo a pressão sobre o solo.
- C largos, aumentando a pressão sobre o solo.
- D estreitos, aumentando a pressão sobre o solo.
- E altos, reduzindo a pressão sobre o solo.

QUESTÃO 48

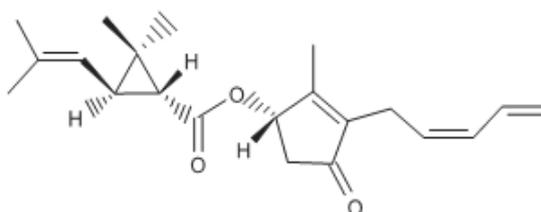
O milho transgênico é produzido a partir da manipulação do milho original, com a transferência, para este, de um gene de interesse retirado de outro organismo de espécie diferente.

A característica de interesse será manifestada em decorrência

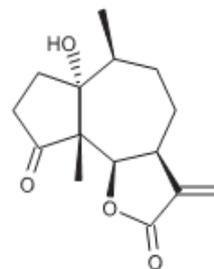
- A do incremento do DNA a partir da duplicação do gene transferido.
- B da transcrição do RNA transportador a partir do gene transferido.
- C da expressão de proteínas sintetizadas a partir do DNA não hibridizado.
- D da síntese de carboidratos a partir da ativação do DNA do milho original.
- E** da tradução do RNA mensageiro sintetizado a partir do DNA recombinante.

QUESTÃO 49

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 50

Os carrinhos de brinquedo podem ser de vários tipos. Dentre eles, há os movidos a corda, em que uma mola em seu interior é comprimida quando a criança puxa o carrinho para trás. Ao ser solto, o carrinho entra em movimento enquanto a mola volta à sua forma inicial.

O processo de conversão de energia que ocorre no carrinho descrito também é verificado em

- A um dínamo.
- B um freio de automóvel.
- C um motor a combustão.
- D uma usina hidroelétrica.
- E** uma atiradeira (estilingue).

QUESTÃO 51

Pesticidas são contaminantes ambientais altamente tóxicos aos seres vivos e, geralmente, com grande persistência ambiental. A busca por novas formas de eliminação dos pesticidas tem aumentado nos últimos anos, uma vez que as técnicas atuais são economicamente dispendiosas e paliativas. A biorremediação de pesticidas utilizando microrganismos tem se mostrado uma técnica muito promissora para essa finalidade, por apresentar vantagens econômicas e ambientais.

Para ser utilizado nesta técnica promissora, um microrganismo deve ser capaz de

- A transferir o contaminante do solo para a água.
- B absorver o contaminante sem alterá-lo quimicamente.
- C apresentar alta taxa de mutação ao longo das gerações.
- D estimular o sistema imunológico do homem contra o contaminante.
- E** metabolizar o contaminante, liberando subprodutos menos tóxicos ou atóxicos.

QUESTÃO 52

Medidas de saneamento básico são fundamentais no processo de promoção de saúde e qualidade de vida da população. Muitas vezes, a falta de saneamento está relacionada com o aparecimento de várias doenças. Nesse contexto, um paciente dá entrada em um pronto atendimento relatando que há 30 dias teve contato com águas de enchente. Ainda informa que nesta localidade não há rede de esgoto e drenagem de águas pluviais e que a coleta de lixo é inadequada. Ele apresenta os seguintes sintomas: febre, dor de cabeça e dores musculares.

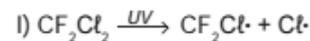
Disponível em: <http://portal.saude.gov.br>. Acesso em: 27 fev. 2012 (adaptado).

Relacionando os sintomas apresentados com as condições sanitárias da localidade, há indicações de que o paciente apresenta um caso de

- A difteria.
- B botulismo.
- C tuberculose.
- D** leptospirose.
- E meningite meningocócica.

QUESTÃO 53

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 54

Em um dia de chuva muito forte, constatou-se uma goteira sobre o centro de uma piscina coberta, formando um padrão de ondas circulares. Nessa situação, observou-se que caíam duas gotas a cada segundo. A distância entre duas cristas consecutivas era de 25 cm e cada uma delas se aproximava da borda da piscina com velocidade de 1,0 m/s. Após algum tempo a chuva diminuiu e a goteira passou a cair uma vez por segundo.

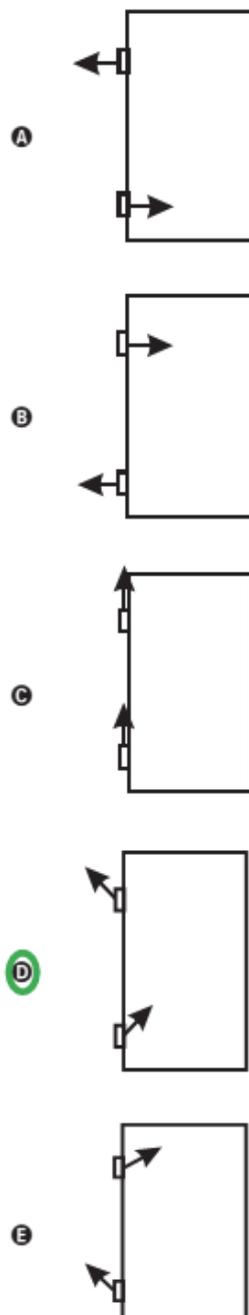
Com a diminuição da chuva, a distância entre as cristas e a velocidade de propagação da onda se tornaram, respectivamente,

- A maior que 25 cm e maior que 1,0 m/s.
- B maior que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
- C menor que 25 cm e menor que 1,0 m/s.
- D menor que 25 cm e igual a 1,0 m/s.
- E igual a 25 cm e igual a 1,0 m/s.

QUESTÃO 55

O mecanismo que permite articular uma porta (de um móvel ou de acesso) é a dobradiça. Normalmente, são necessárias duas ou mais dobradiças para que a porta seja fixada no móvel ou no portal, permanecendo em equilíbrio e podendo ser articulada com facilidade.

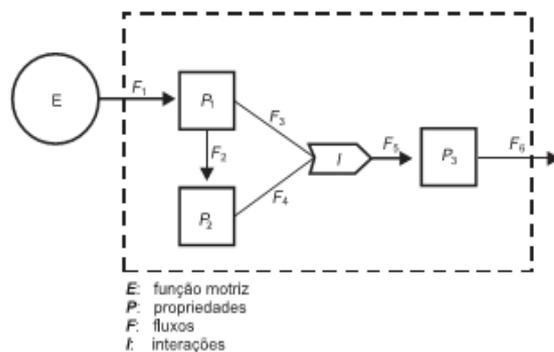
No plano, o diagrama vetorial das forças que as dobradiças exercem na porta está representado em





QUESTÃO 56

A figura representa um dos modelos de um sistema de interações entre seres vivos. Ela apresenta duas propriedades, P_1 e P_2 , que interagem em I , para afetar uma terceira propriedade, P_3 , quando o sistema é alimentado por uma fonte de energia, E . Essa figura pode simular um sistema de campo em que P_1 representa as plantas verdes; P_2 um animal herbívoro e P_3 , um animal onívoro.



ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

A função interativa I representa a proporção de

- A herbivoria entre P_1 e P_2 .
- B polinização entre P_1 e P_2 .
- C P_3 utilizada na alimentação de P_1 e P_2 .
- D P_1 ou P_2 utilizada na alimentação de P_3 .
- E energia de P_1 e de P_2 que saem do sistema.

QUESTÃO 57

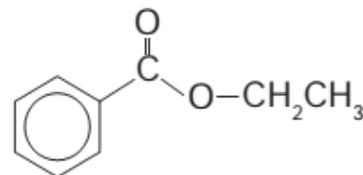
Muitas espécies de plantas lenhosas são encontradas no cerrado brasileiro. Para a sobrevivência nas condições de longos períodos de seca e queimadas periódicas, próprias desse ecossistema, essas plantas desenvolveram estruturas muito peculiares.

As estruturas adaptativas mais apropriadas para a sobrevivência desse grupo de plantas nas condições ambientais do referido ecossistema são:

- A Cascas finas e sem sulcos ou fendas.
- B Caules estreitos e retilíneos.
- C Folhas estreitas e membranosas.
- D Gemas apicais com densa pilosidade.
- E Raízes superficiais, em geral, aéreas.

QUESTÃO 58

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 59

No Japão, um movimento nacional para a promoção da luta contra o aquecimento global leva o *slogan*: **1 pessoa, 1 dia, 1 kg de CO₂ a menos!** A ideia é cada pessoa reduzir em 1 kg a quantidade de CO₂ emitida todo dia, por meio de pequenos gestos ecológicos, como diminuir a queima de gás de cozinha.

Um hambúrguer ecológico? E pra já! Disponível em: <http://qes.igq.unicamp.br>. Acesso em: 24 fev. 2012 (adaptado).

Considerando um processo de combustão completa de um gás de cozinha composto exclusivamente por butano (C_4H_{10}), a mínima quantidade desse gás que um japonês deve deixar de queimar para atender à meta diária, apenas com esse gesto, é de

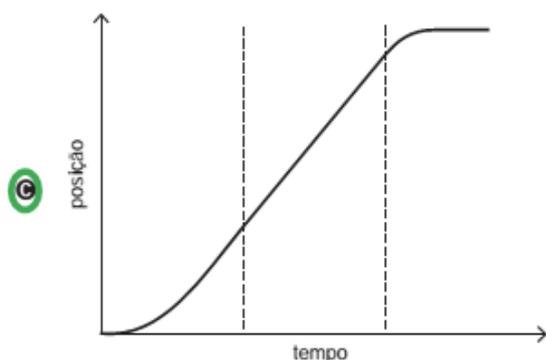
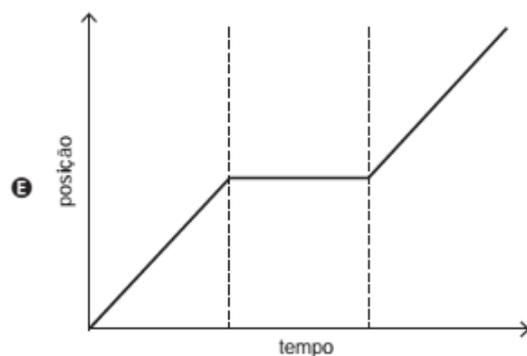
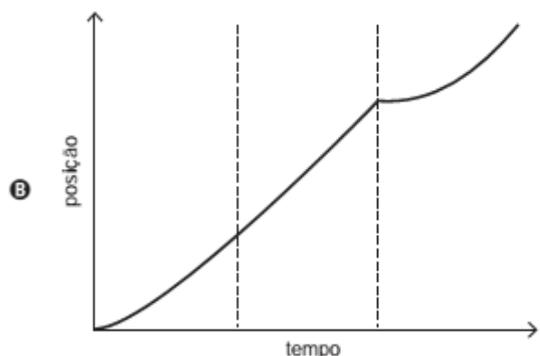
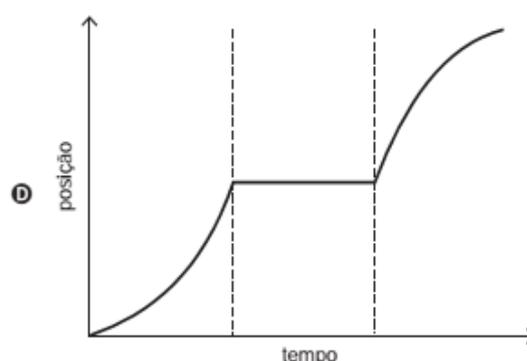
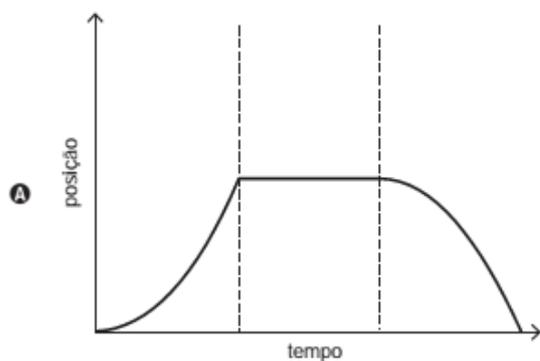
Dados: CO₂ (44 g/mol); C₄H₁₀ (58 g/mol)

- A 0,25 kg.
- B 0,33 kg.
- C 1,0 kg.
- D 1,3 kg.
- E 3,0 kg.

QUESTÃO 60

Para melhorar a mobilidade urbana na rede metroviária é necessário minimizar o tempo entre estações. Para isso a administração do metrô de uma grande cidade adotou o seguinte procedimento entre duas estações: a locomotiva parte do repouso com aceleração constante por um terço do tempo de percurso, mantém a velocidade constante por outro terço e reduz sua velocidade com desaceleração constante no trecho final, até parar.

Qual é o gráfico de posição (eixo vertical) em função do tempo (eixo horizontal) que representa o movimento desse trem?



**QUESTÃO 61**

A eficiência das lâmpadas pode ser comparada utilizando a razão, considerada linear, entre a quantidade de luz produzida e o consumo. A quantidade de luz é medida pelo fluxo luminoso, cuja unidade é o lúmen (lm). O consumo está relacionado à potência elétrica da lâmpada que é medida em watt (W). Por exemplo, uma lâmpada incandescente de 40 W emite cerca de 600 lm, enquanto uma lâmpada fluorescente de 40 W emite cerca de 3 000 lm.

Disponível em: <http://tecnologia.terra.com.br>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

A eficiência de uma lâmpada incandescente de 40 W é

- A maior que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz menor quantidade de luz.
- B maior que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que produz menor quantidade de luz.
- C menor que a de uma lâmpada fluorescente de 8 W, que produz a mesma quantidade de luz.
- D menor que a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, pois consome maior quantidade de energia.
- E igual a de uma lâmpada fluorescente de 40 W, que consome a mesma quantidade de energia.

QUESTÃO 62

Não é de hoje que o homem cria, artificialmente, variedades de peixes por meio da hibridação. Esta é uma técnica muito usada pelos cientistas e pelos piscicultores porque os híbridos resultantes, em geral, apresentam maior valor comercial do que a média de ambas as espécies parentais, além de reduzir a sobrepesca no ambiente natural.

Terra da Gente, ano 4, n. 47, mar. 2008 (adaptado).

Sem controle, esses animais podem invadir rios e lagos naturais, se reproduzir e

- A originar uma nova espécie poliploide.
- B substituir geneticamente a espécie natural.
- C ocupar o primeiro nível trófico no habitat aquático.
- D impedir a interação biológica entre as espécies parentais.
- E produzir descendentes com o código genético modificado.

QUESTÃO 63

Há milhares de anos o homem faz uso da biotecnologia para a produção de alimentos como pães, cervejas e vinhos. Na fabricação de pães, por exemplo, são usados fungos unicelulares, chamados de leveduras, que são comercializados como fermento biológico. Eles são usados para promover o crescimento da massa, deixando-a leve e macia.

O crescimento da massa do pão pelo processo citado é resultante da

- A liberação de gás carbônico.
- B formação de ácido lático.
- C formação de água.
- D produção de ATP.
- E liberação de calor.

QUESTÃO 64

Alguns povos indígenas ainda preservam suas tradições realizando a pesca com lanças, demonstrando uma notável habilidade. Para fisgar um peixe em um lago com águas tranquilas o índio deve mirar abaixo da posição em que enxerga o peixe.

Ele deve proceder dessa forma porque os raios de luz

- A refletidos pelo peixe não descrevem uma trajetória retilínea no interior da água.
- B emitidos pelos olhos do índio desviam sua trajetória quando passam do ar para a água.
- C espalhados pelo peixe são refletidos pela superfície da água.
- D emitidos pelos olhos do índio são espalhados pela superfície da água.
- E** refletidos pelo peixe desviam sua trajetória quando passam da água para o ar.

QUESTÃO 65

Os vegetais biossintetizam determinadas substâncias (por exemplo, alcaloides e flavonoides), cuja estrutura química e concentração variam num mesmo organismo em diferentes épocas do ano e estágios de desenvolvimento. Muitas dessas substâncias são produzidas para a adaptação do organismo às variações ambientais (radiação UV, temperatura, parasitas, herbívoros, estímulo a polinizadores etc.) ou fisiológicas (crescimento, envelhecimento etc.).

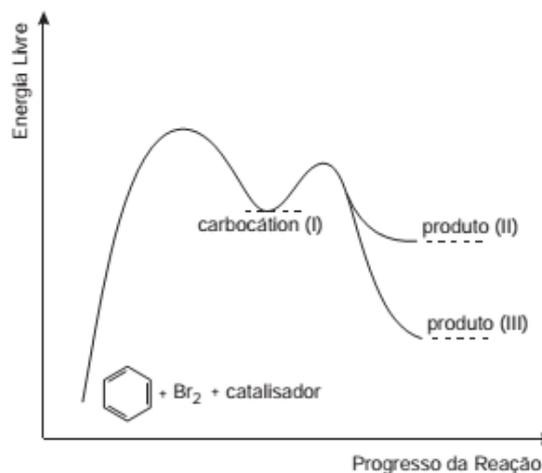
As variações qualitativa e quantitativa na produção dessas substâncias durante um ano são possíveis porque o material genético do indivíduo

- A sofre constantes recombinações para adaptar-se.
- B muda ao longo do ano e em diferentes fases da vida.
- C cria novos genes para biossíntese de substâncias específicas.
- D altera a sequência de bases nitrogenadas para criar novas substâncias.
- E** possui genes transcritos diferentemente de acordo com cada necessidade.

QUESTÃO 66

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).

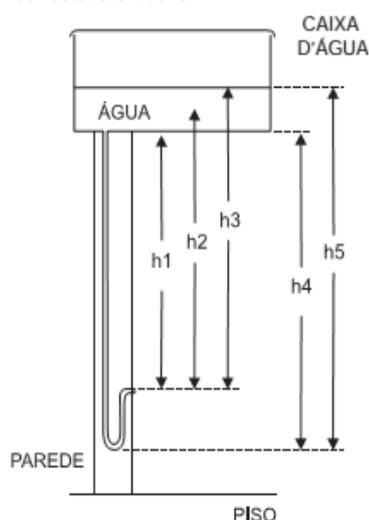
Com base no texto e no gráfico do progresso da reação apresentada, as estruturas químicas encontradas em I, II e III são, respectivamente:

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



QUESTÃO 67

O manual que acompanha uma ducha higiênica informa que a pressão mínima da água para o seu funcionamento apropriado é de 20 kPa. A figura mostra a instalação hidráulica com a caixa d'água e o cano ao qual deve ser conectada a ducha.



O valor da pressão da água na ducha está associado à altura

- A h1.
- B h2.
- C h3.**
- D h4.
- E h5.

QUESTÃO 68

O menor tamanduá do mundo é solitário e tem hábitos noturnos, passa o dia repousando, geralmente em um emaranhado de cipós, com o corpo curvado de tal maneira que forma uma bola. Quando em atividade, se locomove vagarosamente e emite som semelhante a um assobio. A cada gestação, gera um único filhote. A cria é deixada em uma árvore à noite e é amamentada pela mãe até que tenha idade para procurar alimento. As fêmeas adultas têm territórios grandes e o território de um macho inclui o de várias fêmeas, o que significa que ele tem sempre diversas pretendentes à disposição para namorar!

Ciência Hoje das Crianças, ano 19, n. 174, nov. 2006 (adaptado).

Essa descrição sobre o tamanduá diz respeito ao seu

- A hábitat.
- B biótopo.
- C nível trófico.
- D nicho ecológico.**
- E potencial biótico.

QUESTÃO 69

Uma dona de casa acidentalmente deixou cair na geladeira a água proveniente do degelo de um peixe, o que deixou um cheiro forte e desagradável dentro do eletrodoméstico. Sabe-se que o odor característico de peixe se deve às aminas e que esses compostos se comportam como bases.

Na tabela são listadas as concentrações hidrogeniônicas de alguns materiais encontrados na cozinha, que a dona de casa pensa em utilizar na limpeza da geladeira.

Material	Concentração de H_3O^+ (mol/L)
Suco de limão	10^{-2}
Leite	10^{-6}
Vinagre	10^{-3}
Álcool	10^{-8}
Sabão	10^{-12}
Carbonato de sódio/ barrilha	10^{-12}

Dentre os materiais listados, quais são apropriados para amenizar esse odor?

- A Álcool ou sabão.
- B Suco de limão ou álcool.
- C Suco de limão ou vinagre.**
- D Suco de limão, leite ou sabão.
- E Sabão ou carbonato de sódio/barrilha.

QUESTÃO 70

Em uma planície, ocorreu um acidente ambiental em decorrência do derramamento de grande quantidade de um hidrocarboneto que se apresenta na forma pastosa à temperatura ambiente. Um químico ambiental utilizou uma quantidade apropriada de uma solução de para-dodecil-benzenossulfonato de sódio, um agente tensoativo sintético, para diminuir os impactos desse acidente.

Essa intervenção produz resultados positivos para o ambiente porque

- A promove uma reação de substituição no hidrocarboneto, tornando-o menos letal ao ambiente.
- B a hidrólise do para-dodecil-benzenossulfonato de sódio produz energia térmica suficiente para vaporizar o hidrocarboneto.
- C a mistura desses reagentes provoca a combustão do hidrocarboneto, o que diminui a quantidade dessa substância na natureza.
- D a solução de para-dodecil-benzenossulfonato possibilita a solubilização do hidrocarboneto.**
- E o reagente adicionado provoca uma solidificação do hidrocarboneto, o que facilita sua retirada do ambiente.

QUESTÃO 71

Suponha que você seja um consultor e foi contratado para assessorar a implantação de uma matriz energética em um pequeno país com as seguintes características: região plana, chuvosa e com ventos constantes, dispondo de poucos recursos hídricos e sem reservatórios de combustíveis fósseis.

De acordo com as características desse país, a matriz energética de menor impacto e risco ambientais é a baseada na energia

- A dos biocombustíveis, pois tem menor impacto ambiental e maior disponibilidade.
- B solar, pelo seu baixo custo e pelas características do país favoráveis à sua implantação.
- C nuclear, por ter menor risco ambiental e ser adequada a locais com menor extensão territorial.
- D hidráulica, devido ao relevo, à extensão territorial do país e aos recursos naturais disponíveis.
- E eólica, pelas características do país e por não gerar gases do efeito estufa nem resíduos de operação.

QUESTÃO 72

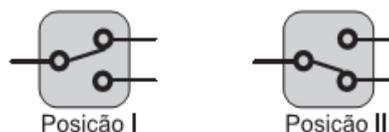
Uma empresa de transportes precisa efetuar a entrega de uma encomenda o mais breve possível. Para tanto, a equipe de logística analisa o trajeto desde a empresa até o local da entrega. Ela verifica que o trajeto apresenta dois trechos de distâncias diferentes e velocidades máximas permitidas diferentes. No primeiro trecho, a velocidade máxima permitida é de 80 km/h e a distância a ser percorrida é de 80 km. No segundo trecho, cujo comprimento vale 60 km, a velocidade máxima permitida é 120 km/h.

Supondo que as condições de trânsito sejam favoráveis para que o veículo da empresa ande continuamente na velocidade máxima permitida, qual será o tempo necessário, em horas, para a realização da entrega?

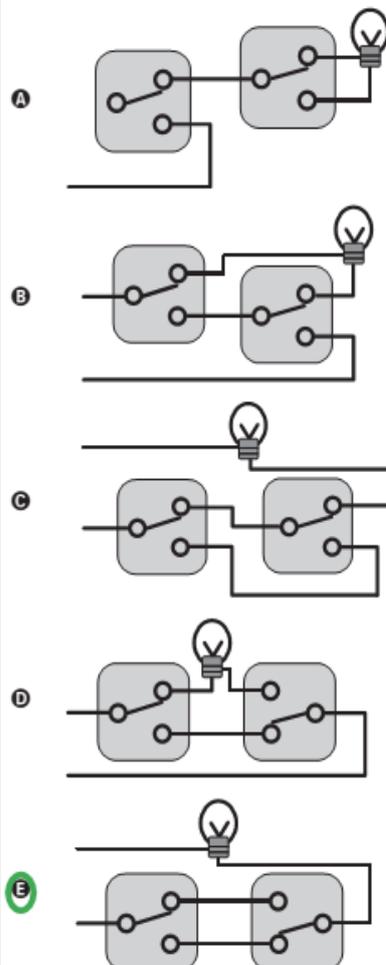
- A 0,7
- B 1,4
- C 1,5
- D 2,0
- E 3,0

QUESTÃO 73

Para ligar ou desligar uma mesma lâmpada a partir de dois interruptores, conectam-se os interruptores para que a mudança de posição de um deles faça ligar ou desligar a lâmpada, não importando qual a posição do outro. Esta ligação é conhecida como interruptores paralelos. Este interruptor é uma chave de duas posições constituída por um polo e dois terminais, conforme mostrado nas figuras de um mesmo interruptor. Na Posição I a chave conecta o polo ao terminal superior, e na Posição II a chave o conecta ao terminal inferior.



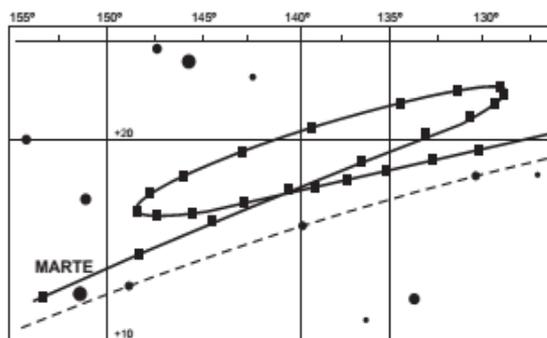
O circuito que cumpre a finalidade de funcionamento descrita no texto é:





QUESTÃO 74

A característica que permite identificar um planeta no céu é o seu movimento relativo às estrelas fixas. Se observarmos a posição de um planeta por vários dias, verificaremos que sua posição em relação às estrelas fixas se modifica regularmente. A figura destaca o movimento de Marte observado em intervalos de 10 dias, registrado da Terra.



Projecto Física. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1980 (adaptado).

Qual a causa da forma da trajetória do planeta Marte registrada na figura?

- A A maior velocidade orbital da Terra faz com que, em certas épocas, ela ultrapasse Marte.
- B A presença de outras estrelas faz com que sua trajetória seja desviada por meio da atração gravitacional.
- C A órbita de Marte, em torno do Sol, possui uma forma elíptica mais acentuada que a dos demais planetas.
- D A atração gravitacional entre a Terra e Marte faz com que este planeta apresente uma órbita irregular em torno do Sol.
- E A proximidade de Marte com Júpiter, em algumas épocas do ano, faz com que a atração gravitacional de Júpiter interfira em seu movimento.

QUESTÃO 75

Em certos locais, larvas de moscas, criadas em arroz cozido, são utilizadas como iscas para pesca. Alguns criadores, no entanto, acreditam que essas larvas surgem espontaneamente do arroz cozido, tal como preconizado pela teoria da geração espontânea.

Essa teoria começou a ser refutada pelos cientistas ainda no século XVII, a partir dos estudos de Redi e Pasteur, que mostraram experimentalmente que

- A seres vivos podem ser criados em laboratório.
- B a vida se originou no planeta a partir de microrganismos.
- C o ser vivo é oriundo da reprodução de outro ser vivo pré-existente.
- D seres vermiformes e microrganismos são evolutivamente aparentados.
- E vermes e microrganismos são gerados pela matéria existente nos cadáveres e nos caldos nutritivos, respectivamente.

QUESTÃO 76

Os tubos de PVC, material organoclorado sintético, são normalmente utilizados como encanamento na construção civil. Ao final da sua vida útil, uma das formas de descarte desses tubos pode ser a incineração. Nesse processo libera-se HCl (g), cloreto de hidrogênio, dentre outras substâncias. Assim, é necessário um tratamento para evitar o problema da emissão desse poluente.

Entre as alternativas possíveis para o tratamento, é apropriado canalizar e borbulhar os gases provenientes da incineração em

- A água dura.
- B água de cal.
- C água salobra.
- D água destilada.
- E água desmineralizada.

QUESTÃO 77

Um consumidor desconfia que a balança do supermercado não está aferindo corretamente a massa dos produtos. Ao chegar a casa resolve conferir se a balança estava descalibrada. Para isso, utiliza um recipiente provido de escala volumétrica, contendo 1,0 litro d'água. Ele coloca uma porção dos legumes que comprou dentro do recipiente e observa que a água atinge a marca de 1,5 litro e também que a porção não ficara totalmente submersa, com $\frac{1}{3}$ de seu volume fora d'água. Para concluir o teste, o consumidor, com ajuda da internet, verifica que a densidade dos legumes, em questão, é a metade da densidade da água, onde, $\rho_{\text{água}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$. No supermercado a balança registrou a massa da porção de legumes igual a 0,500 kg (meio quilograma).

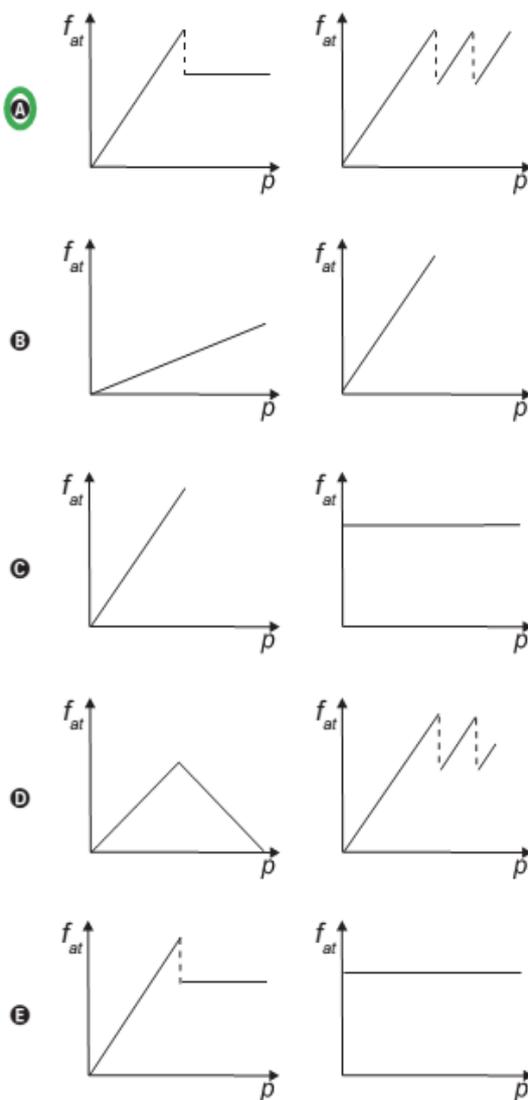
Considerando que o método adotado tenha boa precisão, o consumidor concluiu que a balança estava descalibrada e deveria ter registrado a massa da porção de legumes igual a

- A 0,073 kg.
- B 0,167 kg.
- C 0,250 kg.
- D 0,375 kg.**
- E 0,750 kg.

QUESTÃO 78

Os freios ABS são uma importante medida de segurança no trânsito, os quais funcionam para impedir o travamento das rodas do carro quando o sistema de freios é acionado, liberando as rodas quando estão no limiar do deslizamento. Quando as rodas travam, a força de frenagem é governada pelo atrito cinético.

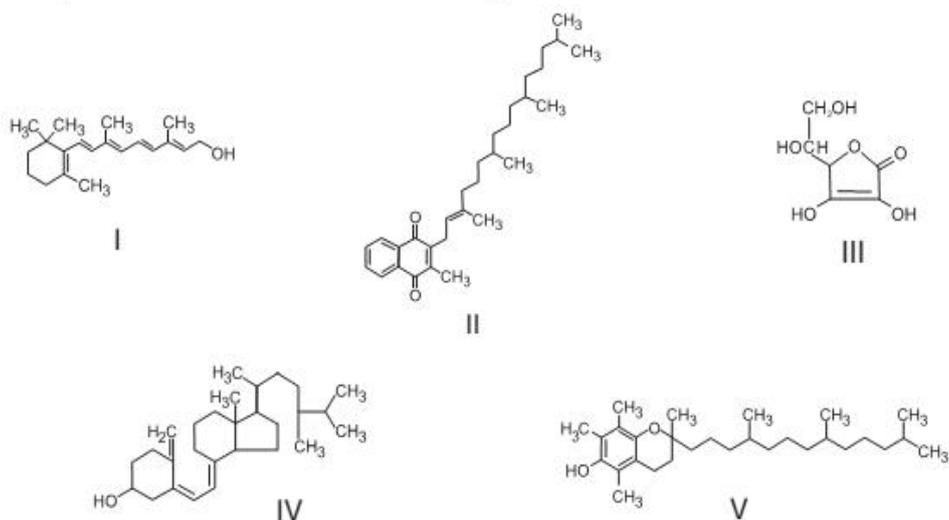
As representações esquemáticas da força de atrito f_{at} entre os pneus e a pista, em função da pressão p aplicada no pedal de freio, para carros sem ABS e com ABS, respectivamente, são:





QUESTÃO 79

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.

QUESTÃO 80



DAVIS, J. Garfield está de dieta. Porto Alegre: L&PM, 2006.

A condição física apresentada pelo personagem da tirinha é um fator de risco que pode desencadear doenças como

- A anemia.
- B beribéri.
- C diabetes.**
- D escorbuto.
- E fenilcetonúria.

QUESTÃO 81

Paleontólogos estudam fósseis e esqueletos de dinossauros para tentar explicar o desaparecimento desses animais. Esses estudos permitem afirmar que esses animais foram extintos há cerca de 65 milhões de anos. Uma teoria aceita atualmente é a de que um asteroide colidiu com a Terra, formando uma densa nuvem de poeira na atmosfera.

De acordo com essa teoria, a extinção ocorreu em função de modificações no planeta que

- A desestabilizaram o relógio biológico dos animais, causando alterações no código genético.
- B** reduziram a penetração da luz solar até a superfície da Terra, interferindo no fluxo energético das teias tróficas.
- C causaram uma série de intoxicações nos animais, provocando a bioacumulação de partículas de poeira nos organismos.
- D resultaram na sedimentação das partículas de poeira levantada com o impacto do meteoro, provocando o desaparecimento de rios e lagos.
- E evitaram a precipitação de água até a superfície da Terra, causando uma grande seca que impediu a retroalimentação do ciclo hidrológico.

QUESTÃO 82

O boato de que os lacres das latas de alumínio teriam um alto valor comercial levou muitas pessoas a juntarem esse material na expectativa de ganhar dinheiro com sua venda. As empresas fabricantes de alumínio esclarecem que isso não passa de uma "lenda urbana", pois ao retirar o anel da lata, dificulta-se a reciclagem do alumínio. Como a liga do qual é feito o anel contém alto teor de magnésio, se ele não estiver junto com a lata, fica mais fácil ocorrer a oxidação do alumínio no forno. A tabela apresenta as semirreações e os valores de potencial padrão de redução de alguns metais:

Semirreação	Potencial Padrão de Redução (V)
$\text{Li}^+ + e^- \rightarrow \text{Li}$	-3,05
$\text{K}^+ + e^- \rightarrow \text{K}$	-2,93
$\text{Mg}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Mg}$	-2,36
$\text{Al}^{3+} + 3 e^- \rightarrow \text{Al}$	-1,66
$\text{Zn}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Zn}$	-0,76
$\text{Cu}^{2+} + 2 e^- \rightarrow \text{Cu}$	+0,34

Disponível em: www.sucatas.com. Acesso em: 28 fev. 2012 (adaptado).

Com base no texto e na tabela, que metais poderiam entrar na composição do anel das latas com a mesma função do magnésio, ou seja, proteger o alumínio da oxidação nos fornos e não deixar diminuir o rendimento da sua reciclagem?

- A Somente o lítio, pois ele possui o menor potencial de redução.
- B Somente o cobre, pois ele possui o maior potencial de redução.
- C Somente o potássio, pois ele possui potencial de redução mais próximo do magnésio.
- D Somente o cobre e o zinco, pois eles sofrem oxidação mais facilmente que o alumínio.
- E** Somente o lítio e o potássio, pois seus potenciais de redução são menores do que o do alumínio.



QUESTÃO 83

Aumentar a eficiência na queima de combustível dos motores a combustão e reduzir suas emissões de poluentes é a meta de qualquer fabricante de motores. É também o foco de uma pesquisa brasileira que envolve experimentos com plasma, o quarto estado da matéria e que está presente no processo de ignição. A interação da faísca emitida pela vela de ignição com as moléculas de combustível gera o plasma que provoca a explosão liberadora de energia que, por sua vez, faz o motor funcionar.

Disponível em: www.inovacaotecnologica.com.br. Acesso em: 22 jul. 2010 (adaptado).

No entanto, a busca da eficiência referenciada no texto apresenta como fator limitante

- A o tipo de combustível, fóssil, que utilizam. Sendo um insumo não renovável, em algum momento estará esgotado.
- B** um dos princípios da termodinâmica, segundo o qual o rendimento de uma máquina térmica nunca atinge o ideal.
- C o funcionamento cíclico de todos os motores. A repetição contínua dos movimentos exige que parte da energia seja transferida ao próximo ciclo.
- D as forças de atrito inevitável entre as peças. Tais forças provocam desgastes contínuos que com o tempo levam qualquer material à fadiga e ruptura.
- E a temperatura em que eles trabalham. Para atingir o plasma, é necessária uma temperatura maior que a de fusão do aço com que se fazem os motores.

QUESTÃO 84

A falta de conhecimento em relação ao que vem a ser um material radioativo e quais os efeitos, consequências e usos da irradiação pode gerar o medo e a tomada de decisões equivocadas, como a apresentada no exemplo a seguir.

"Uma companhia aérea negou-se a transportar material médico por este portar um certificado de esterilização por irradiação."

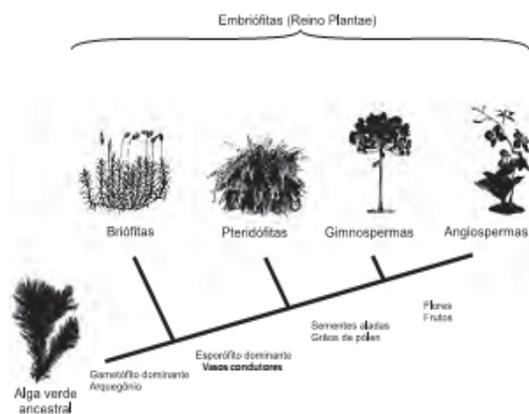
Física na Escola, v. 8, n. 2, 2007 (adaptado).

A decisão tomada pela companhia é equivocada, pois

- A** o material é incapaz de acumular radiação, não se tornando radioativo por ter sido irradiado.
- B a utilização de uma embalagem é suficiente para bloquear a radiação emitida pelo material.
- C a contaminação radioativa do material não se prolifera da mesma forma que as infecções por microrganismos.
- D o material irradiado emite radiação de intensidade abaixo daquela que ofereceria risco à saúde.
- E o intervalo de tempo após a esterilização é suficiente para que o material não emita mais radiação.

QUESTÃO 85

A imagem representa o processo de evolução das plantas e algumas de suas estruturas. Para o sucesso desse processo, a partir de um ancestral simples, os diferentes grupos vegetais desenvolveram estruturas adaptativas que lhes permitiram sobreviver em diferentes ambientes.



Disponível em: <http://biopibid.ufsj.blogspot.com>. Acesso em: 29 fev. 2012 (adaptado).

Qual das estruturas adaptativas apresentadas contribuiu para uma maior diversidade genética?

- A As sementes aladas, que favorecem a dispersão aérea.
- B Os arquegônios, que protegem o embrião multicelular.
- C** Os grãos de pólen, que garantem a polinização cruzada.
- D Os frutos, que promovem uma maior eficiência reprodutiva.
- E Os vasos condutores, que possibilitam o transporte da seiva bruta.

QUESTÃO 86

Osmose é um processo espontâneo que ocorre em todos os organismos vivos e é essencial à manutenção da vida. Uma solução 0,15 mol/L de NaCl (cloreto de sódio) possui a mesma pressão osmótica das soluções presentes nas células humanas.

A imersão de uma célula humana em uma solução 0,20 mol/L de NaCl tem, como consequência, a

- A adsorção de íons Na⁺ sobre a superfície da célula.
- B difusão rápida de íons Na⁺ para o interior da célula.
- C diminuição da concentração das soluções presentes na célula.
- D transferência de íons Na⁺ da célula para a solução.
- E** transferência de moléculas de água do interior da célula para a solução.

QUESTÃO 87

A doença de Chagas afeta mais de oito milhões de brasileiros, sendo comum em áreas rurais. É uma doença causada pelo protozoário *Trypanosoma cruzi* e transmitida por insetos conhecidos como barbeiros ou chupanças.

Uma ação do homem sobre o meio ambiente que tem contribuído para o aumento dessa doença é

- A o consumo de carnes de animais silvestres que são hospedeiros do vetor da doença.
- B a utilização de adubos químicos na agricultura que aceleram o ciclo reprodutivo do barbeiro.
- C a ausência de saneamento básico que favorece a proliferação do protozoário em regiões habitadas por humanos.
- D a poluição dos rios e lagos com pesticidas que exterminam o predador das larvas do inseto transmissor da doença.
- E o desmatamento que provoca a migração ou o desaparecimento dos animais silvestres dos quais o barbeiro se alimenta.

QUESTÃO 88

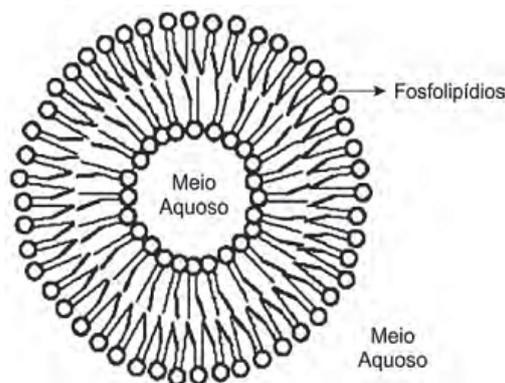
Nossa pele possui células que reagem à incidência de luz ultravioleta e produzem uma substância chamada melanina, responsável pela pigmentação da pele. Pensando em se bronzear, uma garota vestiu um biquíni, acendeu a luz de seu quarto e deitou-se exatamente abaixo da lâmpada incandescente. Após várias horas ela percebeu que não conseguiu resultado algum.

O bronzeamento não ocorreu porque a luz emitida pela lâmpada incandescente é de

- A baixa intensidade.
- B baixa frequência.
- C um espectro contínuo.
- D amplitude inadequada.
- E curto comprimento de onda.

QUESTÃO 89

Quando colocados em água, os fosfolípidos tendem a formar lipossomos, estruturas formadas por uma bicamada lipídica, conforme mostrado na figura. Quando rompida, essa estrutura tende a se reorganizar em um novo lipossomo.



Disponível em: <http://course1.winona.edu>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Esse arranjo característico se deve ao fato de os fosfolípidos apresentarem uma natureza

- A polar, ou seja, serem inteiramente solúveis em água.
- B apolar, ou seja, não serem solúveis em solução aquosa.
- C anfotérica, ou seja, podem comportar-se como ácidos e bases.
- D insaturada, ou seja, possuírem duplas ligações em sua estrutura.
- E anfífilica, ou seja, possuírem uma parte hidrofílica e outra hidrofóbica.

QUESTÃO 90

Aspartame é um edulcorante artificial (adoçante dietético) que apresenta potencial adoçante 200 vezes maior que o açúcar comum, permitindo seu uso em pequenas quantidades. Muito usado pela indústria alimentícia, principalmente nos refrigerantes *diet*, tem valor energético que corresponde a 4 calorias/grama. É contraindicado a portadores de fenilcetonúria, uma doença genética rara que provoca o acúmulo da fenilalanina no organismo, causando retardo mental. O IDA (índice diário aceitável) desse adoçante é 40 mg/kg de massa corpórea.

Disponível em: <http://boaspraticasfarmaceuticas.blogspot.com>. Acesso em: 27 fev. 2012.

Com base nas informações do texto, a quantidade máxima recomendada de aspartame, em mol, que uma pessoa de 70 kg de massa corporal pode ingerir por dia é mais próxima de

Dado: massa molar do aspartame = 294 g/mol

- A $1,3 \times 10^{-4}$.
- B $9,5 \times 10^{-3}$.
- C 4×10^{-2} .
- D 2,6.
- E 823.

EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

A COR DA CAPA DO SEU CADERNO DE QUESTÕES É AZUL.
MARQUE-A EM SEU CARTÃO-RESPOSTA



1º DIA
CADERNO
1
AZUL

PROVA DE CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS
PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTE

- Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões numeradas de 1 a 90, dispostas da seguinte maneira:
 - as questões de número 1 a 45 são relativas à área de Ciências Humanas e suas Tecnologias;
 - as questões de número 46 a 90 são relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.
- Confira se o seu CADERNO DE QUESTÕES contém a quantidade de questões e se essas questões estão na ordem mencionada na instrução anterior. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito ou apresente divergência, comunique ao aplicador da sala para que ele tome as providências cabíveis.
- Verifique, no CARTÃO-RESPOSTA, se os seus dados estão registrados corretamente. Caso haja alguma divergência, comunique-a imediatamente ao aplicador da sala.
- ATENÇÃO:** após a conferência, escreva e assine seu nome nos espaços próprios do CARTÃO-RESPOSTA com caneta esferográfica de tinta preta.
- ATENÇÃO:** transcreva no espaço apropriado do seu CARTÃO-RESPOSTA, com sua caligrafia usual, considerando as letras maiúsculas e minúsculas, a seguinte frase:

O essencial faz a vida valer a pena.
- Marque no CARTÃO-RESPOSTA, no espaço apropriado, a opção correspondente à cor desta capa.
- Não dobre, não amasse nem rasure o CARTÃO-RESPOSTA, pois ele não poderá ser substituído.
- Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 opções identificadas com as letras **A**, **B**, **C**, **D** e **E**. Apenas uma responde corretamente à questão.
- No CARTÃO-RESPOSTA, preencha todo o espaço compreendido no círculo correspondente à opção escolhida para a resposta. A marcação em mais de uma opção anula a questão, mesmo que uma das respostas esteja correta.
- O tempo disponível para estas provas é de **quatro horas e trinta minutos**.
- Reserve os 30 minutos finais para marcar seu CARTÃO-RESPOSTA. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES não serão considerados na avaliação.
- Quando terminar as provas, acene para chamar o aplicador e entregue este CADERNO DE QUESTÕES e o CARTÃO-RESPOSTA.
- Você poderá deixar o local de prova somente após decorridas duas horas do início da aplicação e poderá levar seu CADERNO DE QUESTÕES ao deixar em definitivo a sala de prova nos 30 minutos que antecedem o término das provas.
- Você será eliminado do Exame, a qualquer tempo, no caso de:
 - prestar, em qualquer documento, declaração falsa ou inexistente;
 - perturbar, de qualquer modo, a ordem no local de aplicação das provas, incorrendo em comportamento indevido durante a realização do Exame;
 - se comunicar, durante as provas, com outro participante verbalmente, por escrito ou por qualquer outra forma;
 - portar qualquer tipo de equipamento eletrônico e de comunicação após ingressar na sala de provas;
 - utilizar ou tentar utilizar meio fraudulento, em benefício próprio ou de terceiros, em qualquer etapa do Exame;
 - utilizar livros, notas ou impressos durante a realização do Exame;
 - se ausentar da sala de provas levando consigo o CADERNO DE QUESTÕES antes do prazo estabelecido e/ou o CARTÃO-RESPOSTA a qualquer tempo;
 - não cumprir com o disposto no edital do Exame.



INEP Ministério da Educação

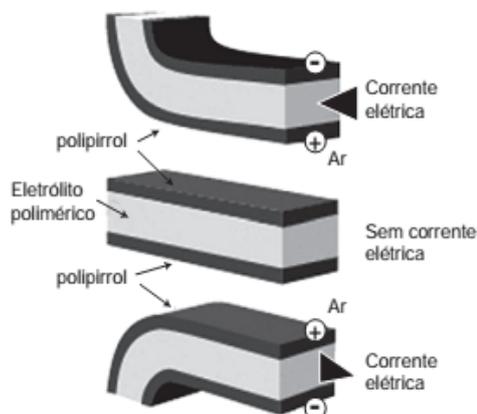


CIÊNCIAS DA NATUREZA
E SUAS TECNOLOGIAS

Questões de 46 a 90

QUESTÃO 46

Músculos artificiais são dispositivos feitos com plásticos inteligentes que respondem a uma corrente elétrica com um movimento mecânico. A oxidação e redução de um polímero condutor criam cargas positivas e/ou negativas no material, que são compensadas com a inserção ou expulsão de cátions ou ânions. Por exemplo, na figura os filmes escuros são de polipirrol e o filme branco é de um eletrólito polimérico contendo um sal inorgânico. Quando o polipirrol sofre oxidação, há a inserção de ânions para compensar a carga positiva no polímero e o filme se expande. Na outra face do dispositivo o filme de polipirrol sofre redução, expulsando ânions, e o filme se contrai. Pela montagem, em sanduíche, o sistema todo se movimenta de forma harmônica, conforme mostrado na figura.



DE PAOLI, M. A. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, São Paulo, maio 2001 (adaptado).

A camada central de eletrólito polimérico é importante porque

- A absorve a irradiação de partículas carregadas, emitidas pelo aquecimento elétrico dos filmes de polipirrol.
- B permite a difusão dos íons promovida pela aplicação de diferença de potencial, fechando o circuito elétrico.
- C mantém um gradiente térmico no material para promover a dilatação/contração térmica de cada filme de polipirrol.
- D permite a condução de elétrons livres, promovida pela aplicação de diferença de potencial, gerando corrente elétrica.
- E promove a polarização das moléculas poliméricas, o que resulta no movimento gerado pela aplicação de diferença de potencial.

QUESTÃO 47

O brasileiro consome em média 500 miligramas de cálcio por dia, quando a quantidade recomendada é o dobro. Uma alimentação balanceada é a melhor decisão para evitar problemas no futuro, como a osteoporose, uma doença que atinge os ossos. Ela se caracteriza pela diminuição substancial de massa óssea, tornando os ossos frágeis e mais suscetíveis a fraturas.

Disponível em: www.anvisa.gov.br. Acesso em: 1 ago. 2012 (adaptado).

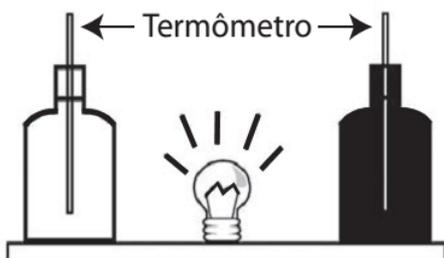
Considerando-se o valor de $6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ para a constante de Avogadro e a massa molar do cálcio igual a 40 g/mol, qual a quantidade mínima diária de átomos de cálcio a ser ingerida para que uma pessoa supra suas necessidades?

- A $7,5 \times 10^{21}$
- B $1,5 \times 10^{22}$
- C $7,5 \times 10^{23}$
- D $1,5 \times 10^{25}$
- E $4,8 \times 10^{25}$



QUESTÃO 48

Em um experimento foram utilizadas duas garrafas PET, uma pintada de branco e a outra de preto, acopladas cada uma a um termômetro. No ponto médio da distância entre as garrafas, foi mantida acesa, durante alguns minutos, uma lâmpada incandescente. Em seguida a lâmpada foi desligada. Durante o experimento, foram monitoradas as temperaturas das garrafas: a) enquanto a lâmpada permaneceu acesa e b) após a lâmpada ser desligada e atingirem equilíbrio térmico com o ambiente.

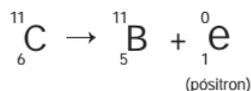


A taxa de variação da temperatura da garrafa preta, em comparação à da branca, durante todo experimento, foi

- A igual no aquecimento e igual no resfriamento.
- B maior no aquecimento e igual no resfriamento.
- C menor no aquecimento e igual no resfriamento.
- D maior no aquecimento e menor no resfriamento.
- E maior no aquecimento e maior no resfriamento.

QUESTÃO 49

Glicose marcada com núcleos de carbono-11 é utilizada na medicina para se obter imagens tridimensionais do cérebro, por meio de tomografia de emissão de pósitrons. A desintegração do carbono-11 gera um pósitron, com tempo de meia-vida de 20,4 min, de acordo com a equação da reação nuclear:



A partir da injeção de glicose marcada com esse núcleio, o tempo de aquisição de uma imagem de tomografia é de cinco meias-vidas.

Considerando que o medicamento contém 1,00 g do carbono-11, a massa, em miligramas, do núcleio restante, após a aquisição da imagem, é mais próxima de

- A 0,200.
- B 0,969.
- C 9,80.
- D 31,3.
- E 200.

QUESTÃO 50

Milhares de pessoas estavam morrendo de varíola humana no final do século XVIII. Em 1796, o médico Edward Jenner (1749-1823) inoculou em um menino de 8 anos o pus extraído de feridas de vacas contaminadas com o vírus da varíola bovina, que causa uma doença branda em humanos. O garoto contraiu uma infecção benigna e, dez dias depois, estava recuperado. Meses depois, Jenner inoculou, no mesmo menino, o pus varioloso humano, que causava muitas mortes. O menino não adoeceu.

Disponível em: www.bbc.co.uk. Acesso em: 5 dez. 2012 (adaptado).

Considerando o resultado do experimento, qual a contribuição desse médico para a saúde humana?

- A A prevenção de diversas doenças infectocontagiosas em todo o mundo.
- B A compreensão de que vírus podem se multiplicar em matéria orgânica.
- C O tratamento para muitas enfermidades que acometem milhões de pessoas.
- D O estabelecimento da ética na utilização de crianças em modelos experimentais.
- E A explicação de que alguns vírus de animais podem ser transmitidos para os humanos.

QUESTÃO 51

Química Verde pode ser definida como a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Sabe-se que algumas fontes energéticas desenvolvidas pelo homem exercem, ou têm potencial para exercer, em algum nível, impactos ambientais negativos.

CORREIA, A. G.; ZUIN, V. G. (Orgs.). *Química Verde: fundamentos e aplicações*. São Carlos: EdUFSCar, 2009.

À luz da Química Verde, métodos devem ser desenvolvidos para eliminar ou reduzir a poluição do ar causada especialmente pelas

- A hidrelétricas.
- B termelétricas.**
- C usinas geotérmicas.
- D fontes de energia solar.
- E fontes de energia eólica.

QUESTÃO 52

Em viagens de avião, é solicitado aos passageiros o desligamento de todos os aparelhos cujo funcionamento envolva a emissão ou a recepção de ondas eletromagnéticas. O procedimento é utilizado para eliminar fontes de radiação que possam interferir nas comunicações via rádio dos pilotos com a torre de controle.

A propriedade das ondas emitidas que justifica o procedimento adotado é o fato de

- A terem fases opostas.
- B serem ambas audíveis.
- C terem intensidades inversas.
- D serem de mesma amplitude.
- E terem frequências próximas.**

QUESTÃO 53

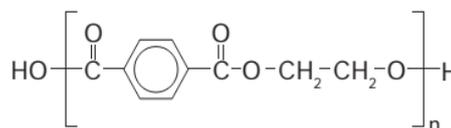
As serpentes que habitam regiões de seca podem ficar em jejum por um longo período de tempo devido à escassez de alimento. Assim, a sobrevivência desses predadores está relacionada ao aproveitamento máximo dos nutrientes obtidos com a presa capturada. De acordo com essa situação, essas serpentes apresentam alterações morfológicas e fisiológicas, como o aumento das vilosidades intestinais e a intensificação da irrigação sanguínea na porção interna dessas estruturas.

A função do aumento das vilosidades intestinais para essas serpentes é maximizar o(a)

- A comprimento do trato gastrointestinal para caber mais alimento.
- B área de contato com o conteúdo intestinal para absorção dos nutrientes.**
- C liberação de calor via irrigação sanguínea para controle térmico do sistema digestório.
- D secreção de enzimas digestivas para aumentar a degradação proteica no estômago.
- E processo de digestão para diminuir o tempo de permanência do alimento no intestino.

QUESTÃO 54

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

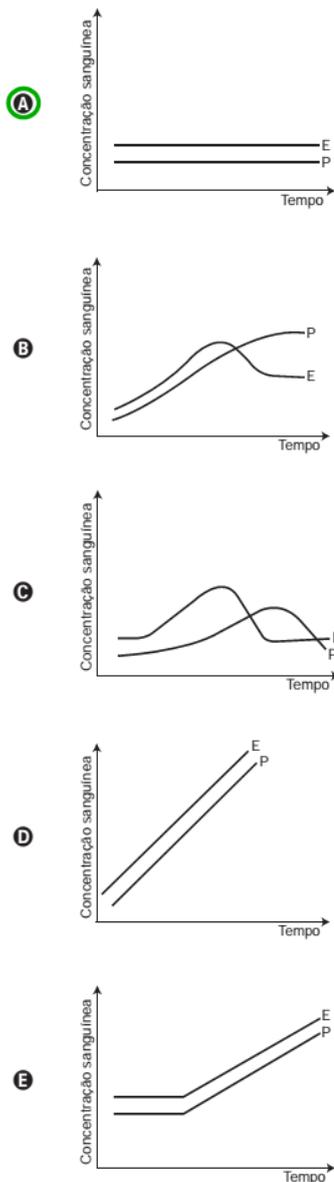
- A solubilização dos objetos.
- B combustão dos objetos.
- C trituração dos objetos.
- D hidrólise dos objetos.**
- E fusão dos objetos.



QUESTÃO 55

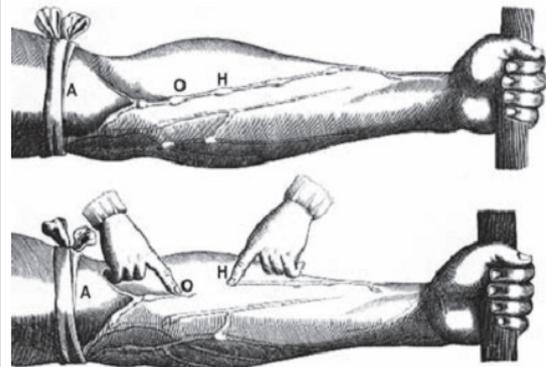
A pílula anticoncepcional é um dos métodos contraceptivos de maior segurança, sendo constituída basicamente de dois hormônios sintéticos semelhantes aos hormônios produzidos pelo organismo feminino, o estrogênio (E) e a progesterona (P). Em um experimento médico, foi analisado o sangue de uma mulher que ingeriu ininterruptamente um comprimido desse medicamento por dia durante seis meses.

Qual gráfico representa a concentração sanguínea desses hormônios durante o período do experimento?



QUESTÃO 56

A imagem representa uma ilustração retirada do livro *De Motu Cordis*, de autoria do médico inglês Willian Harvey, que fez importantes contribuições para o entendimento do processo de circulação do sangue no corpo humano. No experimento ilustrado, Harvey, após aplicar um torniquete (A) no braço de um voluntário e esperar alguns vasos incharem, pressionava-os em um ponto (H). Mantendo o ponto pressionado, deslocava o conteúdo de sangue em direção ao cotovelo, percebendo que um trecho do vaso sanguíneo permanecia vazio após esse processo (H-O).



Disponível em: www.answers.com. Acesso em: 18 dez. 2012 (adaptado).

A demonstração de Harvey permite estabelecer a relação entre circulação sanguínea e

- A pressão arterial.
- B válvulas venosas.
- C circulação linfática.
- D contração cardíaca.
- E transporte de gases.

QUESTÃO 57

Para realizar um experimento com uma garrafa PET cheia d'água, perfurou-se a lateral da garrafa em três posições a diferentes alturas. Com a garrafa tampada, a água não vazou por nenhum dos orifícios, e, com a garrafa destampada, observou-se o escoamento da água conforme ilustrado na figura.



Como a pressão atmosférica interfere no escoamento da água, nas situações com a garrafa tampada e destampada, respectivamente?

- A** Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.
- B** Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- C** Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; altera a velocidade de escoamento, que é proporcional à pressão atmosférica na altura do furo.
- D** Impede a saída de água, por ser maior que a pressão interna; regula a velocidade de escoamento, que só depende da pressão atmosférica.
- E** Impede a entrada de ar, por ser menor que a pressão interna; não muda a velocidade de escoamento, que só depende da pressão da coluna de água.

QUESTÃO 58

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**

**QUESTÃO 59**

Plantas terrestres que ainda estão em fase de crescimento fixam grandes quantidades de CO_2 , utilizando-o para formar novas moléculas orgânicas, e liberam grande quantidade de O_2 . No entanto, em florestas maduras, cujas árvores já atingiram o equilíbrio, o consumo de O_2 pela respiração tende a igualar sua produção pela fotossíntese. A morte natural de árvores nessas florestas afeta temporariamente a concentração de O_2 e de CO_2 próximo à superfície do solo onde elas caíram.

A concentração de O_2 próximo ao solo, no local da queda, será

- A menor, pois haverá consumo de O_2 durante a decomposição dessas árvores.
- B maior, pois haverá economia de O_2 pela ausência das árvores mortas.
- C maior, pois haverá liberação de O_2 durante a fotossíntese das árvores jovens.
- D igual, pois haverá consumo e produção de O_2 pelas árvores maduras restantes.
- E menor, pois haverá redução de O_2 pela falta da fotossíntese realizada pelas árvores mortas.

QUESTÃO 60

As fêmeas de algumas espécies de aranhas, escorpiões e de outros invertebrados predam os machos após a cópula e inseminação. Como exemplo, fêmeas canibais do inseto conhecido como louva-a-deus, *Tenodera aridifolia*, possuem até 63% da sua dieta composta por machos parceiros. Para as fêmeas, o canibalismo sexual pode assegurar a obtenção de nutrientes importantes na reprodução. Com esse incremento na dieta, elas geralmente produzem maior quantidade de ovos.

BORGES, J. C. Jogo mortal. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 1 mar. 2012 (adaptado).

Apesar de ser um comportamento aparentemente desvantajoso para os machos, o canibalismo sexual evoluiu nesses táxons animais porque

- A promove a maior ocupação de diferentes nichos ecológicos pela espécie.
- B favorece o sucesso reprodutivo individual de ambos os parentais.
- C impossibilita a transmissão de genes do macho para a prole.
- D impede a sobrevivência e reprodução futura do macho.
- E reduz a variabilidade genética da população.

QUESTÃO 61

Para oferecer acessibilidade aos portadores de dificuldades de locomoção, é utilizado, em ônibus e automóveis, o elevador hidráulico. Nesse dispositivo é usada uma bomba elétrica, para forçar um fluido a passar de uma tubulação estreita para outra mais larga, e dessa forma acionar um pistão que movimenta a plataforma. Considere um elevador hidráulico cuja área da cabeça do pistão seja cinco vezes maior do que a área da tubulação que sai da bomba. Desprezando o atrito e considerando uma aceleração gravitacional de 10 m/s^2 , deseja-se elevar uma pessoa de 65 kg em uma cadeira de rodas de 15 kg sobre a plataforma de 20 kg.

Qual deve ser a força exercida pelo motor da bomba sobre o fluido, para que o cadeirante seja elevado com velocidade constante?

- A 20 N
- B 100 N
- C 200 N
- D 1 000 N
- E 5 000 N

QUESTÃO 62

A estratégia de obtenção de plantas transgênicas pela inserção de transgenes em cloroplastos, em substituição à metodologia clássica de inserção do transgene no núcleo da célula hospedeira, resultou no aumento quantitativo da produção de proteínas recombinantes com diversas finalidades biotecnológicas. O mesmo tipo de estratégia poderia ser utilizada para produzir proteínas recombinantes em células de organismos eucarióticos não fotossintetizantes, como as leveduras, que são usadas para produção comercial de várias proteínas recombinantes e que podem ser cultivadas em grandes fermentadores.

Considerando a estratégia metodológica descrita, qual organela celular poderia ser utilizada para inserção de transgenes em leveduras?

- A Lisossomo.
- B Mitocôndria.**
- C Peroxissomo.
- D Complexo golgiense.
- E Reticulo endoplasmático.

QUESTÃO 63

No Brasil, cerca de 80% da energia elétrica advém de hidrelétricas, cuja construção implica o represamento de rios. A formação de um reservatório para esse fim, por sua vez, pode modificar a ictiofauna local. Um exemplo é o represamento do Rio Paraná, onde se observou o desaparecimento de peixes cascudos quase que simultaneamente ao aumento do número de peixes de espécies exóticas introduzidas, como o mapará e a corvina, as três espécies com nichos ecológicos semelhantes.

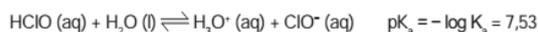
PETESSE, M. L.; PETRERE JR., M. *Ciência Hoje*, São Paulo, n. 293, v. 49, jun. 2012 (adaptado).

Nessa modificação da ictiofauna, o desaparecimento de cascudos é explicado pelo(a)

- A redução do fluxo gênico da espécie nativa.
- B diminuição da competição intraespecífica.
- C aumento da competição interespecífica.**
- D isolamento geográfico dos peixes.
- E extinção de nichos ecológicos.

QUESTÃO 64

Uma das etapas do tratamento da água é a desinfecção, sendo a cloração o método mais empregado. Esse método consiste na dissolução do gás cloro numa solução sob pressão e sua aplicação na água a ser desinfetada. As equações das reações químicas envolvidas são:



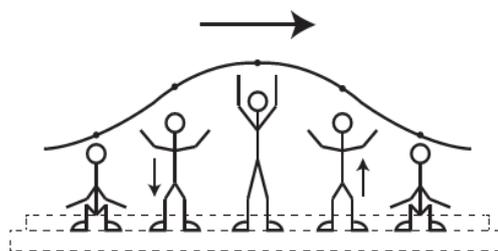
A ação desinfetante é controlada pelo ácido hipocloroso, que possui um potencial de desinfecção cerca de 80 vezes superior ao ânion hipoclorito. O pH do meio é importante, porque influencia na extensão com que o ácido hipocloroso se ioniza.

Para que a desinfecção seja mais efetiva, o pH da água a ser tratada deve estar mais próximo de

- A 0.
- B 5.**
- C 7.
- D 9.
- E 14.

QUESTÃO 65

Uma manifestação comum das torcidas em estádios de futebol é a *ola mexicana*. Os espectadores de uma linha, sem sair do lugar e sem se deslocarem lateralmente, ficam de pé e se sentam, sincronizados com os da linha adjacente. O efeito coletivo se propaga pelos espectadores do estádio, formando uma onda progressiva, conforme ilustração.



Calcula-se que a velocidade de propagação dessa "onda humana" é 45 km/h, e que cada período de oscilação contém 16 pessoas, que se levantam e sentam organizadamente e distanciadas entre si por 80 cm.

Disponível em: www.ufsm.br. Acesso em: 7 dez. 2012 (adaptado).

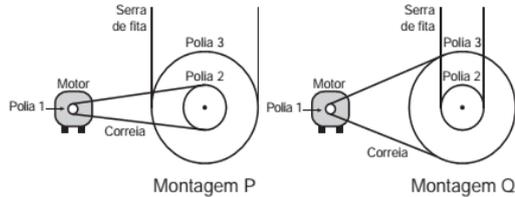
Nessa *ola mexicana*, a frequência da onda, em hertz, é um valor mais próximo de

- A 0,3.
- B 0,5.
- C 1,0.**
- D 1,9.
- E 3,7.



QUESTÃO 66

Para serrar ossos e carnes congeladas, um açougueiro utiliza uma serra de fita que possui três polias e um motor. O equipamento pode ser montado de duas formas diferentes, P e Q. Por questão de segurança, é necessário que a serra possua menor velocidade linear.



Por qual montagem o açougueiro deve optar e qual a justificativa desta opção?

- A Q, pois as polias 1 e 3 giram com velocidades lineares iguais em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.
- B Q, pois as polias 1 e 3 giram com frequências iguais e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- C P, pois as polias 2 e 3 giram com frequências diferentes e a que tiver maior raio terá menor velocidade linear em um ponto periférico.
- D P, pois as polias 1 e 2 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver menor raio terá maior frequência.
- E Q, pois as polias 2 e 3 giram com diferentes velocidades lineares em pontos periféricos e a que tiver maior raio terá menor frequência.

QUESTÃO 67

Sabe-se que o aumento da concentração de gases como CO_2 , CH_4 e N_2O na atmosfera é um dos fatores responsáveis pelo agravamento do efeito estufa. A agricultura é uma das atividades humanas que pode contribuir tanto para a emissão quanto para o sequestro desses gases, dependendo do manejo da matéria orgânica do solo.

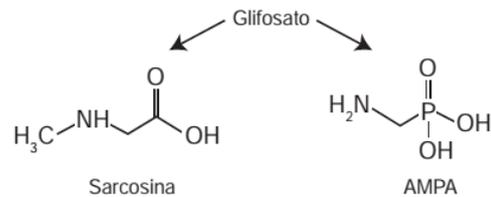
ROSA, A. H.; COELHO, J. C. R. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 5, nov. 2003 (adaptado).

De que maneira as práticas agrícolas podem ajudar a minimizar o agravamento do efeito estufa?

- A Evitando a rotação de culturas.
- B Liberando o CO_2 presente no solo.
- C Aumentando a quantidade de matéria orgânica do solo.
- D Queimando a matéria orgânica que se deposita no solo.
- E Atenuando a concentração de resíduos vegetais do solo.

QUESTÃO 68

O glifosato ($\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_5\text{P}$) é um herbicida pertencente ao grupo químico das glicinas, classificado como não seletivo. Esse composto possui os grupos funcionais carboxilato, amino e fosfonato. A degradação do glifosato no solo é muito rápida e realizada por grande variedade de microrganismos, que usam o produto como fonte de energia e fósforo. Os produtos da degradação são o ácido aminometilfosfônico (AMPA) e o N-metilglicina (sarcosina):



AMARANTE JR., O. P. et al. *Química Nova*, São Paulo, v. 25, n. 3, 2002 (adaptado).

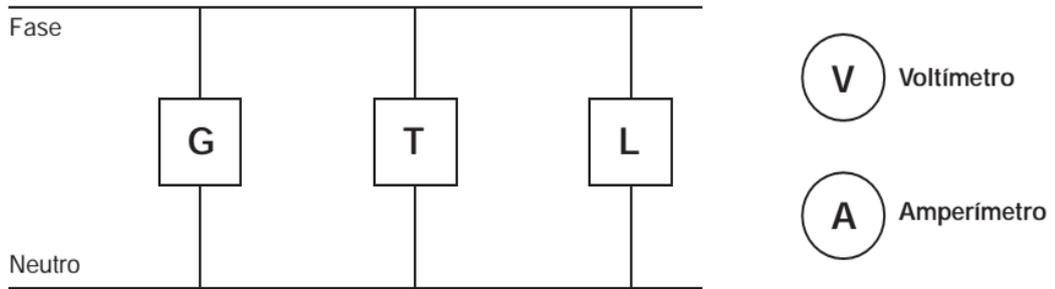
A partir do texto e dos produtos de degradação apresentados, a estrutura química que representa o glifosato é:

- A
- B
- C
- D
- E



QUESTÃO 72

Um electricista analisa o diagrama de uma instalação elétrica residencial para planejar medições de tensão e corrente em uma cozinha. Nesse ambiente existem uma geladeira (G), uma tomada (T) e uma lâmpada (L), conforme a figura. O electricista deseja medir a tensão elétrica aplicada à geladeira, a corrente total e a corrente na lâmpada. Para isso, ele dispõe de um voltímetro (V) e dois amperímetros (A).



Para realizar essas medidas, o esquema da ligação desses instrumentos está representado em:

A

B

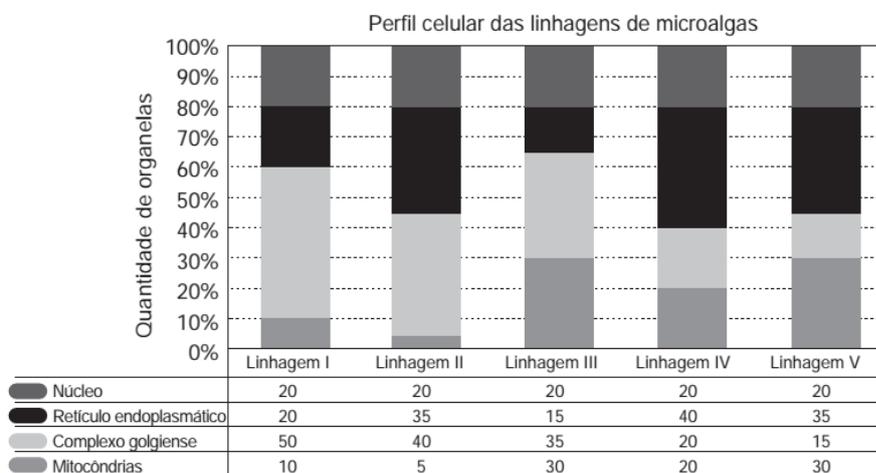
C

D

E

QUESTÃO 73

Uma indústria está escolhendo uma linhagem de microalgas que optimize a secreção de polímeros comestíveis, os quais são obtidos do meio de cultura de crescimento. Na figura podem ser observadas as proporções de algumas organelas presentes no citoplasma de cada linhagem.



Qual é a melhor linhagem para se conseguir maior rendimento de polímeros secretados no meio de cultura?

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



QUESTÃO 74

Eu também podia decompor a água, se fosse salgada ou acidulada, usando a pilha de Daniell como fonte de força. Lembro o prazer extraordinário que sentia ao decompor um pouco de água em uma taça para ovos quentes, vendo-a separar-se em seus elementos, o oxigênio em um eletrodo, o hidrogênio no outro. A eletricidade de uma pilha de 1 volt parecia tão fraca, e no entanto podia ser suficiente para desfazer um composto químico, a água...

SACKS, O. *Tio Tungstênio*: memórias de uma infância química. São Paulo: Cia. das Letras, 2002.

O fragmento do romance de Oliver Sacks relata a separação dos elementos que compõem a água. O princípio do método apresentado é utilizado industrialmente na

- A obtenção de ouro a partir de pepitas.
- B obtenção de calcário a partir de rochas.
- C obtenção de alumínio a partir da bauxita.
- D obtenção de ferro a partir de seus óxidos.
- E obtenção de amônia a partir de hidrogênio e nitrogênio.

QUESTÃO 75

O chuveiro elétrico é um dispositivo capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o que possibilita a elevação da temperatura da água. Um chuveiro projetado para funcionar em 110 V pode ser adaptado para funcionar em 220 V, de modo a manter inalterada sua potência.

Uma das maneiras de fazer essa adaptação é trocar a resistência do chuveiro por outra, de mesmo material e com o(a)

- A dobro do comprimento do fio.
- B metade do comprimento do fio.
- C metade da área da seção reta do fio.
- D quádruplo da área da seção reta do fio.
- E quarta parte da área da seção reta do fio.

QUESTÃO 76

Uma pessoa necessita da força de atrito em seus pés para se deslocar sobre uma superfície. Logo, uma pessoa que sobe uma rampa em linha reta será auxiliada pela força de atrito exercida pelo chão em seus pés.

Em relação ao movimento dessa pessoa, quais são a direção e o sentido da força de atrito mencionada no texto?

- A Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- B Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- C Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- D Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- E Vertical e sentido para cima.

QUESTÃO 77

A produção de aço envolve o aquecimento do minério de ferro, junto com carvão (carbono) e ar atmosférico em uma série de reações de oxirredução. O produto é chamado de ferro-gusa e contém cerca de 3,3% de carbono. Uma forma de eliminar o excesso de carbono é a oxidação a partir do aquecimento do ferro-gusa com gás oxigênio puro. Os dois principais produtos formados são aço doce (liga de ferro com teor de 0,3% de carbono restante) e gás carbônico. As massas molares aproximadas dos elementos carbono e oxigênio são, respectivamente, 12 g/mol e 16 g/mol.

LEE, J. D. *Química Inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Edgard Blucher, 1999 (adaptado).

Considerando que um forno foi alimentado com 2,5 toneladas de ferro-gusa, a massa de gás carbônico formada, em quilogramas, na produção de aço doce, é mais próxima de

- A 28.
- B 75.
- C 175.
- D 275.
- E 303.

QUESTÃO 78

A contaminação pelo vírus da rubéola é especialmente preocupante em grávidas, devido à síndrome da rubéola congênita (SRC), que pode levar ao risco de aborto e malformações congênitas. Devido a campanhas de vacinação específicas, nas últimas décadas houve uma grande diminuição de casos de rubéola entre as mulheres, e, a partir de 2008, as campanhas se intensificaram e têm dado maior enfoque à vacinação de homens jovens.

BRASIL. Brasil livre da rubéola: campanha nacional de vacinação para eliminação da rubéola. Brasília: Ministério da Saúde, 2009 (adaptado).

Considerando a preocupação com a ocorrência da SRC, as campanhas passaram a dar enfoque à vacinação dos homens, porque eles

- A) ficam mais expostos a esse vírus.
- B) transmitem o vírus a mulheres gestantes.**
- C) passam a infecção diretamente para o feto.
- D) transferem imunidade às parceiras grávidas.
- E) são mais suscetíveis a esse vírus que as mulheres.

QUESTÃO 79

Um circuito em série é formado por uma pilha, uma lâmpada incandescente e uma chave interruptora. Ao se ligar a chave, a lâmpada acende quase instantaneamente, irradiando calor e luz. Popularmente, associa-se o fenômeno da irradiação de energia a um desgaste da corrente elétrica, ao atravessar o filamento da lâmpada, e à rapidez com que a lâmpada começa a brilhar. Essa explicação está em desacordo com o modelo clássico de corrente.

De acordo com o modelo mencionado, o fato de a lâmpada acender quase instantaneamente está relacionado à rapidez com que

- A) o fluido elétrico se desloca no circuito.
- B) as cargas negativas móveis atravessam o circuito.
- C) a bateria libera cargas móveis para o filamento da lâmpada.
- D) o campo elétrico se estabelece em todos os pontos do circuito.**
- E) as cargas positivas e negativas se chocam no filamento da lâmpada.

QUESTÃO 80

Estudos de fluxo de energia em ecossistemas demonstram que a alta produtividade nos manguezais está diretamente relacionada às taxas de produção primária líquida e à rápida reciclagem dos nutrientes. Como exemplo de seres vivos encontrados nesse ambiente, temos: aves, caranguejos, insetos, peixes e algas.

Dos grupos de seres vivos citados, os que contribuem diretamente para a manutenção dessa produtividade no referido ecossistema são

- A) aves.
- B) algas.**
- C) peixes.
- D) insetos.
- E) caranguejos.

QUESTÃO 81

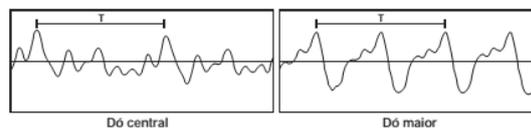
Entre as substâncias usadas para o tratamento de água está o sulfato de alumínio que, em meio alcalino, forma partículas em suspensão na água, às quais as impurezas presentes no meio se aderem.

O método de separação comumente usado para retirar o sulfato de alumínio com as impurezas aderidas é a

- A) flotação.**
- B) levigação.
- C) ventilação.
- D) peneiração.
- E) centrifugação.

QUESTÃO 82

Em um piano, o Dó central e a próxima nota Dó (Dó maior) apresentam sons parecidos, mas não idênticos. É possível utilizar programas computacionais para expressar o formato dessas ondas sonoras em cada uma das situações como apresentado nas figuras, em que estão indicados intervalos de tempo idênticos (T).



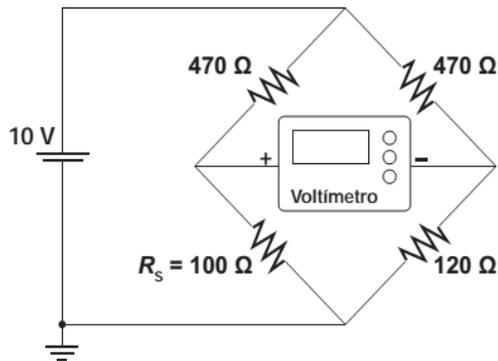
A razão entre as frequências do Dó central e do Dó maior é de:

- A) $\frac{1}{2}$**
- B) 2
- C) 1
- D) $\frac{1}{4}$
- E) 4



QUESTÃO 83

Medir temperatura é fundamental em muitas aplicações, e apresentar a leitura em mostradores digitais é bastante prático. O seu funcionamento é baseado na correspondência entre valores de temperatura e de diferença de potencial elétrico. Por exemplo, podemos usar o circuito elétrico apresentado, no qual o elemento sensor de temperatura ocupa um dos braços do circuito (R_s) e a dependência da resistência com a temperatura é conhecida.



Para um valor de temperatura em que $R_s = 100 \Omega$, a leitura apresentada pelo voltímetro será de

- A + 6,2 V.
- B + 1,7 V.
- C + 0,3 V.
- D - 0,3 V.**
- E - 6,2 V.

QUESTÃO 84

Apesar de belos e impressionantes, corais exóticos encontrados na Ilha Grande podem ser uma ameaça ao equilíbrio dos ecossistemas do litoral do Rio de Janeiro. Originários do Oceano Pacífico, esses organismos foram trazidos por plataformas de petróleo e outras embarcações, provavelmente na década de 1980, e disputam com as espécies nativas elementos primordiais para a sobrevivência, como espaço e alimento. Organismos invasores são a segunda maior causa de perda de biodiversidade, superados somente pela destruição direta de habitats pela ação do homem. As populações de espécies invasoras crescem indefinidamente e ocupam o espaço de organismos nativos.

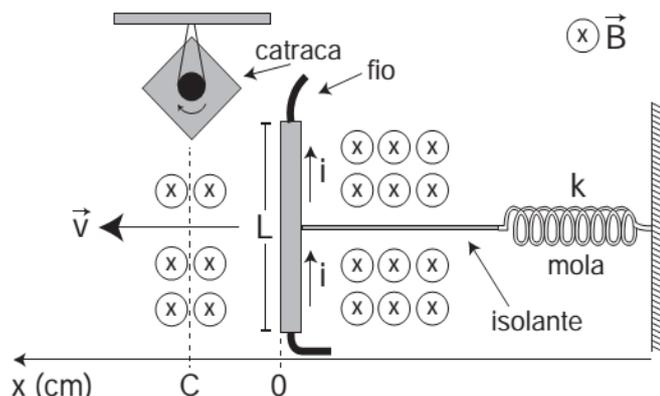
LEVY, I. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 5 dez. 2011 (adaptado).

As populações de espécies invasoras crescem bastante por terem a vantagem de

- A não apresentarem genes deletérios no seu *pool* gênico.
- B não possuírem parasitas e predadores naturais presentes no ambiente exótico.**
- C apresentarem características genéticas para se adaptarem a qualquer clima ou condição ambiental.
- D apresentarem capacidade de consumir toda a variedade de alimentos disponibilizados no ambiente exótico.
- E apresentarem características fisiológicas que lhes conferem maior tamanho corporal que o das espécies nativas.

QUESTÃO 85

Desenvolve-se um dispositivo para abrir automaticamente uma porta no qual um botão, quando acionado, faz com que uma corrente elétrica $i = 6\text{ A}$ percorra uma barra condutora de comprimento $L = 5\text{ cm}$, cujo ponto médio está preso a uma mola de constante elástica $k = 5 \times 10^{-2}\text{ N/cm}$. O sistema mola-condutor está imerso em um campo magnético uniforme perpendicular ao plano. Quando acionado o botão, a barra sairá da posição de equilíbrio a uma velocidade média de 5 m/s e atingirá a catraca em 6 milissegundos , abrindo a porta.

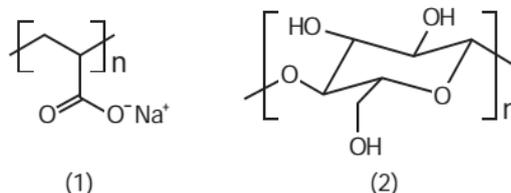


A intensidade do campo magnético, para que o dispositivo funcione corretamente, é de

- A $5 \times 10^{-1}\text{ T}$.
- B $5 \times 10^{-2}\text{ T}$.
- C $5 \times 10^1\text{ T}$.
- D $2 \times 10^{-2}\text{ T}$.
- E $2 \times 10^0\text{ T}$.

QUESTÃO 86

As fraldas descartáveis que contêm o polímero poliácrlato 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

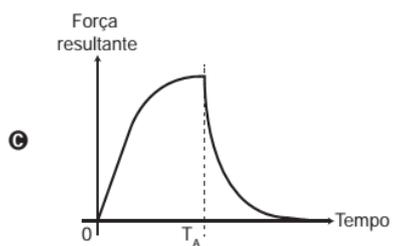
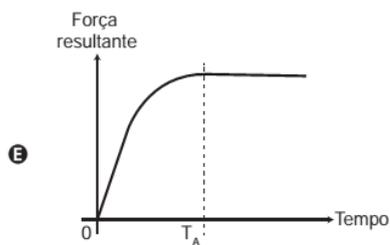
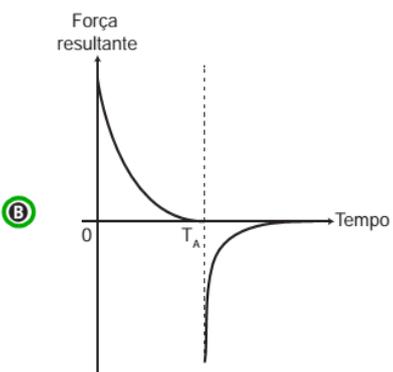
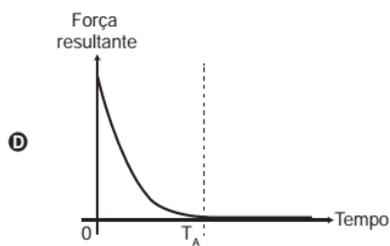
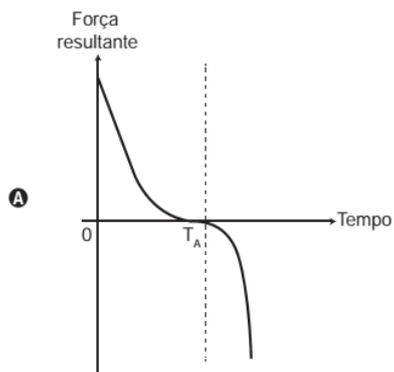
- A interações dipolo-dipolo mais fortes entre o poliácrlato e a água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.
- B interações íon-íon mais fortes entre o poliácrlato e as moléculas de água, em relação às ligações de hidrogênio entre a celulose e as moléculas de água.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



QUESTÃO 87

Em um dia sem vento, ao saltar de um avião, um paraquedista cai verticalmente até atingir a velocidade limite. No instante em que o paraquedas é aberto (instante T_A), ocorre a diminuição de sua velocidade de queda. Algum tempo após a abertura do paraquedas, ele passa a ter velocidade de queda constante, que possibilita sua aterrissagem em segurança.

Que gráfico representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda?



QUESTÃO 88

Para a identificação de um rapaz vítima de acidente, fragmentos de tecidos foram retirados e submetidos à extração de DNA nuclear, para comparação com o DNA disponível dos possíveis familiares (pai, avô materno, avô materna, filho e filha). Como o teste com o DNA nuclear não foi conclusivo, os peritos optaram por usar também DNA mitocondrial, para dirimir dúvidas.

Para identificar o corpo, os peritos devem verificar se há homologia entre o DNA mitocondrial do rapaz e o DNA mitocondrial do(a)

- A pai.
- B filho.
- C filha.
- D avó materna.
- E avô materno.

QUESTÃO 89

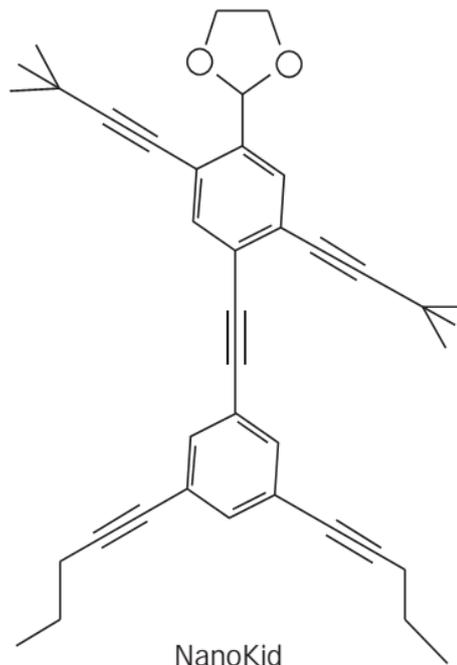
Aquecedores solares usados em residências têm o objetivo de elevar a temperatura da água até 70 °C. No entanto, a temperatura ideal da água para um banho é de 30 °C. Por isso, deve-se misturar a água aquecida com a água à temperatura ambiente de um outro reservatório, que se encontra a 25 °C.

Qual a razão entre a massa de água quente e a massa de água fria na mistura para um banho à temperatura ideal?

- A 0,111.
- B 0,125.
- C 0,357.
- D 0,428.
- E 0,833.

QUESTÃO 90

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.



EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO

PROVA DE CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS PROVA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS



1º DIA
CADERNO
1
AZUL

A COR DA CAPA DO SEU CADERNO DE QUESTÕES É AZUL. MARQUE-A EM SEU CARTÃO-RESPOSTA.

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES SEGUINTE:

- 1 Verifique, no CARTÃO-RESPOSTA, se os seus dados estão registrados corretamente. Caso haja alguma divergência, comunique-a imediatamente ao aplicador da sala.
- 2 **ATENÇÃO:** após a conferência, escreva e assine seu nome nos espaços próprios do CARTÃO-RESPOSTA com caneta esferográfica de tinta preta.
- 3 **ATENÇÃO:** transcreva no espaço apropriado do seu CARTÃO-RESPOSTA, com sua caligrafia usual, considerando as letras maiúsculas e minúsculas, a seguinte frase:

Vamos ouvir o ruído cantado.

- 4 Este CADERNO DE QUESTÕES contém 90 questões numeradas de 1 a 90, dispostas da seguinte maneira:
 - a. as questões de número 1 a 45 são relativas à área de Ciências Humanas e suas Tecnologias;
 - b. as questões de número 46 a 90 são relativas à área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.
- 5 Confira se o seu CADERNO DE QUESTÕES contém a quantidade de questões e se essas questões estão na ordem mencionada na instrução anterior. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito ou apresente divergência, comunique ao aplicador da sala para que ele tome as providências cabíveis.
- 6 Para cada uma das questões objetivas, são apresentadas 5 opções. Apenas uma responde corretamente à questão.
- 7 O tempo disponível para estas provas é de **quatro horas e trinta minutos**.

- 8 Reserve os 30 minutos finais para marcar seu CARTÃO-RESPOSTA. Os rascunhos e as marcações assinaladas no CADERNO DE QUESTÕES não serão considerados na avaliação.
- 9 Quando terminar as provas, acene para chamar o aplicador e entregue este CADERNO DE QUESTÕES e o CARTÃO-RESPOSTA.
- 10 Você poderá deixar o local de prova somente após decorridas duas horas do início da aplicação e poderá levar seu CADERNO DE QUESTÕES ao deixar em definitivo a sala de prova nos 30 minutos que antecedem o término das provas.
- 11 Você será eliminado do Exame, a qualquer tempo, no caso de:
 - a. prestar, em qualquer documento, declaração falsa ou inexata;
 - b. perturbar, de qualquer modo, a ordem no local de aplicação das provas, incorrendo em comportamento indevido durante a realização do Exame;
 - c. se comunicar, durante as provas, com outro participante verbalmente, por escrito ou por qualquer outra forma;
 - d. portar qualquer tipo de equipamento eletrônico e de comunicação após ingressar na sala de provas;
 - e. utilizar ou tentar utilizar meio fraudulento, em benefício próprio ou de terceiros, em qualquer etapa do Exame;
 - f. utilizar livros, notas ou impressos durante a realização do Exame;
 - g. se ausentar da sala de provas levando consigo o CADERNO DE QUESTÕES antes do prazo estabelecido e/ou o CARTÃO-RESPOSTA a qualquer tempo;
 - h. não cumprir com o disposto no edital do Exame.



INEP

Ministério
da Educação





CIÊNCIAS DA NATUREZA

E SUAS TECNOLOGIAS

Questões de 46 a 90

QUESTÃO 46

Christiaan Huygens, em 1656, criou o relógio de pêndulo. Nesse dispositivo, a pontualidade baseia-se na regularidade das pequenas oscilações do pêndulo. Para manter a precisão desse relógio, diversos problemas foram contornados. Por exemplo, a haste passou por ajustes até que, no início do século XX, houve uma inovação, que foi sua fabricação usando uma liga metálica que se comporta regularmente em um largo intervalo de temperaturas.

YODER, J. G. *Unrolling Time: Christiaan Huygens and the mathematization of nature.* Cambridge: Cambridge University Press, 2004 (adaptado).

Desprezando a presença de forças dissipativas e considerando a aceleração da gravidade constante, para que esse tipo de relógio realize corretamente a contagem do tempo, é necessário que o(a)

- A comprimento da haste seja mantido constante.
- B massa do corpo suspenso pela haste seja pequena.
- C material da haste possua alta condutividade térmica.
- D amplitude da oscilação seja constante a qualquer temperatura.
- E energia potencial gravitacional do corpo suspenso se mantenha constante.

QUESTÃO 47

Na década de 1940, na Região Centro-Oeste, produtores rurais, cujos bois, porcos, aves e cabras estavam morrendo por uma peste desconhecida, fizeram uma promessa, que consistiu em não comer carne e derivados até que a peste fosse debelada. Assim, durante três meses, arroz, feijão, verduras e legumes formaram o prato principal desses produtores.

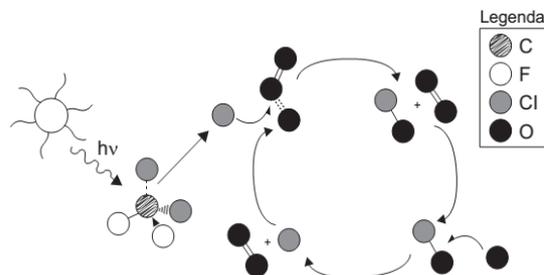
O Hoje, 15 out. 2011 (adaptado).

Para suprir o déficit nutricional a que os produtores rurais se submeteram durante o período da promessa, foi importante eles terem consumido alimentos ricos em

- A vitaminas A e E.
- B frutose e sacarose.
- C aminoácidos naturais.
- D aminoácidos essenciais.
- E ácidos graxos saturados.

QUESTÃO 48

A liberação dos gases clorofluorcarbonos (CFCs) na atmosfera pode provocar depleção de ozônio (O_3) na estratosfera. O ozônio estratosférico é responsável por absorver parte da radiação ultravioleta emitida pelo Sol, a qual é nociva aos seres vivos. Esse processo, na camada de ozônio, é ilustrado simplificada na figura.



Quimicamente, a destruição do ozônio na atmosfera por gases CFCs é decorrência da

- A clivagem da molécula de ozônio pelos CFCs para produzir espécies radiculares.
- B produção de oxigênio molecular a partir de ozônio, catalisada por átomos de cloro.
- C oxidação do monóxido de cloro por átomos de oxigênio para produzir átomos de cloro.
- D reação direta entre os CFCs e o ozônio para produzir oxigênio molecular e monóxido de cloro.
- E reação de substituição de um dos átomos de oxigênio na molécula de ozônio por átomos de cloro.

QUESTÃO 49

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 50

É comum aos fotógrafos tirar fotos coloridas em ambientes iluminados por lâmpadas fluorescentes, que contêm uma forte composição de luz verde. A consequência desse fato na fotografia é que todos os objetos claros, principalmente os brancos, aparecerão esverdeados. Para equilibrar as cores, deve-se usar um filtro adequado para diminuir a intensidade da luz verde que chega aos sensores da câmera fotográfica. Na escolha desse filtro, utiliza-se o conhecimento da composição das cores-luz primárias: vermelho, verde e azul; e das cores-luz secundárias: amarelo = vermelho + verde, ciano = verde + azul e magenta = vermelho + azul.

Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt>. Acesso em: 20 maio 2014 (adaptado).

Na situação descrita, qual deve ser o filtro utilizado para que a fotografia apresente as cores naturais dos objetos?

- A Ciano.
- B Verde.
- C Amarelo.
- D Magenta.
- E Vermelho.

QUESTÃO 51

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).

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 52

A talidomida é um sedativo leve e foi muito utilizado no tratamento de náuseas, comuns no início da gravidez. Quando foi lançada, era considerada segura para o uso de grávidas, sendo administrada como uma mistura racêmica composta pelos seus dois enantiômeros (R e S). Entretanto, não se sabia, na época, que o enantiômero S leva à malformação congênita, afetando principalmente o desenvolvimento normal dos braços e pernas do bebê.

COELHO, F. A. S. Fármacos e quiralidade. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 3, maio 2001 (adaptado).

Essa malformação congênita ocorre porque esses enantiômeros

- A reagem entre si.
- B não podem ser separados.
- C não estão presentes em partes iguais.
- D interagem de maneira distinta com o organismo.
- E são estruturas com diferentes grupos funcionais.

QUESTÃO 53

Embora seja um conceito fundamental para a biologia, o termo “evolução” pode adquirir significados diferentes no senso comum. A ideia de que a espécie humana é o ápice do processo evolutivo é amplamente difundida, mas não é compartilhada por muitos cientistas.

Para esses cientistas, a compreensão do processo citado baseia-se na ideia de que os seres vivos, ao longo do tempo, passam por

- A modificação de características.
- B incremento no tamanho corporal.
- C complexificação de seus sistemas.
- D melhoria de processos e estruturas.
- E especialização para uma determinada finalidade.

QUESTÃO 54

O biodiesel não é classificado como uma substância pura, mas como uma mistura de ésteres derivados dos ácidos graxos presentes em sua matéria-prima. As propriedades do biodiesel variam com a composição do óleo vegetal ou gordura animal que lhe deu origem, por exemplo, o teor de ésteres saturados é responsável pela maior estabilidade do biodiesel frente à oxidação, o que resulta em aumento da vida útil do biocombustível. O quadro ilustra o teor médio de ácidos graxos de algumas fontes oleaginosas.

Fonte oleaginosa	Teor médio do ácido graxo (% em massa)					
	Mirístico (C14:0)	Palmitico (C16:0)	Esteárico (C18:0)	Oleico (C18:1)	Linoleico (C18:2)	Linolênico (C18:3)
Milho	< 0,1	11,7	1,9	25,2	60,6	0,5
Palma	1,0	42,8	4,5	40,5	10,1	0,2
Canola	< 0,2	3,5	0,9	64,4	22,3	8,2
Algodão	0,7	20,1	2,6	19,2	55,2	0,6
Amendoim	< 0,6	11,4	2,4	48,3	32,0	0,9

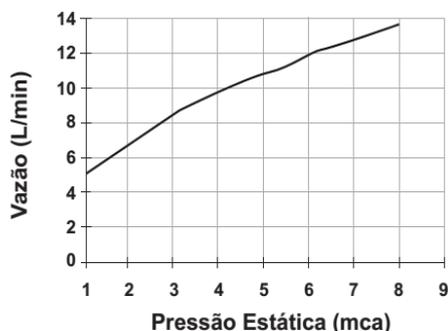
MA, F.; HANNA, M. A. Biodiesel Production: a review. *Bioresource Technology*, Londres, v. 70, n. 1, jan. 1999 (adaptado).

Qual das fontes oleaginosas apresentadas produziria um biodiesel de maior resistência à oxidação?

- A Milho.
- B Palma.
- C Canola.
- D Algodão.
- E Amendoim.

QUESTÃO 55

Uma pessoa, lendo o manual de uma ducha que acabou de adquirir para a sua casa, observa o gráfico, que relaciona a vazão na ducha com a pressão, medida em metros de coluna de água (mca).



Nessa casa residem quatro pessoas. Cada uma delas toma um banho por dia, com duração média de 8 minutos, permanecendo o registro aberto com vazão máxima durante esse tempo. A ducha é instalada em um ponto seis metros abaixo do nível da lâmina de água, que se mantém constante dentro do reservatório.

Ao final de 30 dias, esses banhos consumirão um volume de água, em litros, igual a

- A 69 120.
- B 17 280.
- C 11 520.
- D 8 640.
- E 2 880.

QUESTÃO 56

Diesel é uma mistura de hidrocarbonetos que também apresenta enxofre em sua composição. Esse enxofre é um componente indesejável, pois o trióxido de enxofre gerado é um dos grandes causadores da chuva ácida. Nos anos 1980, não havia regulamentação e era utilizado óleo diesel com 13 000 ppm de enxofre. Em 2009, o diesel passou a ter 1 800 ppm de enxofre (S1800) e, em seguida, foi inserido no mercado o diesel S500 (500 ppm). Em 2012, foi difundido o diesel S50, com 50 ppm de enxofre em sua composição. Atualmente, é produzido um diesel com teores de enxofre ainda menores.

Os impactos da má qualidade do óleo diesel brasileiro. Disponível em: www.cnt.org.br.

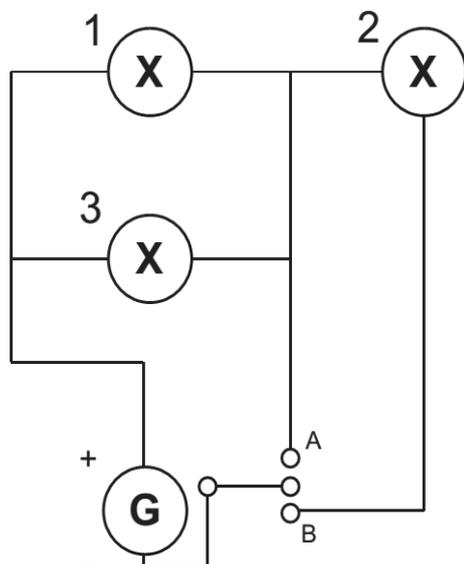
Acesso em: 20 dez. 2012 (adaptado).

A substituição do diesel usado nos anos 1980 por aquele difundido em 2012 permitiu uma redução percentual de emissão de SO_3 de

- A 86,2%.
- B 96,2%.
- C 97,2%.
- D 99,6%.
- E 99,9%.

**QUESTÃO 57**

Um sistema de iluminação foi construído com um circuito de três lâmpadas iguais conectadas a um gerador (G) de tensão constante. Esse gerador possui uma chave que pode ser ligada nas posições A ou B.



Considerando o funcionamento do circuito dado, a lâmpada 1 brilhará mais quando a chave estiver na posição

- A B, pois a corrente será maior nesse caso.
- B B, pois a potência total será maior nesse caso.
- C A, pois a resistência equivalente será menor nesse caso.
- D B, pois o gerador fornecerá uma maior tensão nesse caso.
- E A, pois a potência dissipada pelo gerador será menor nesse caso.

QUESTÃO 58

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 59

A revelação das chapas de raios X gera uma solução que contém íons prata na forma de $Ag(S_2O_3)_2^{3-}$. Para evitar a descarga desse metal no ambiente, a recuperação de prata metálica pode ser feita tratando eletroquimicamente essa solução com uma espécie adequada. O quadro apresenta semirreações de redução de alguns íons metálicos.

Semirreação de redução	E^0 (V)
$Ag(S_2O_3)_2^{3-} (aq) + e^- \rightleftharpoons Ag (s) + 2 S_2O_3^{2-} (aq)$	+0,02
$Cu^{2+} (aq) + 2 e^- \rightleftharpoons Cu (s)$	+0,34
$Pt^{2+} (aq) + 2 e^- \rightleftharpoons Pt (s)$	+1,20
$Al^{3+} (aq) + 3 e^- \rightleftharpoons Al (s)$	-1,66
$Sn^{2+} (aq) + 2 e^- \rightleftharpoons Sn (s)$	-0,14
$Zn^{2+} (aq) + 2 e^- \rightleftharpoons Zn (s)$	-0,76

BENDASSOLLI, J. A. et al. Procedimentos para a recuperação de Ag de resíduos líquidos e sólidos. *Química Nova*, v. 26, n. 4, 2003 (adaptado).

Das espécies apresentadas, a adequada para essa recuperação é

- A Cu (s).
- B Pt (s).
- C Al^{3+} (aq).
- D Sn (s).
- E Zn^{2+} (aq).

QUESTÃO 60

Existem bactérias que inibem o crescimento de um fungo causador de doenças no tomateiro, por consumirem o ferro disponível no meio. As bactérias também fazem fixação de nitrogênio, disponibilizam cálcio e produzem auxinas, substâncias que estimulam diretamente o crescimento do tomateiro.

PELZER, G. Q. et al. Mecanismos de controle da murcha-de-esclerócio e promoção de crescimento em tomateiro mediados por rizobactérias. *Tropical Plant Pathology*, v. 36, n. 2, mar.-abr. 2011 (adaptado).

Qual dos processos biológicos mencionados indica uma relação ecológica de competição?

- A Fixação de nitrogênio para o tomateiro.
- B Disponibilização de cálcio para o tomateiro.
- C Diminuição da quantidade de ferro disponível para o fungo.
- D Liberação de substâncias que inibem o crescimento do fungo.
- E Liberação de auxinas que estimulam o crescimento do tomateiro.

QUESTÃO 61

Uma região de Cerrado possui lençol freático profundo, estação seca bem marcada, grande insolação e recorrência de incêndios naturais. Cinco espécies de árvores nativas, com as características apresentadas no quadro, foram avaliadas quanto ao seu potencial para uso em projetos de reflorestamento nessa região.

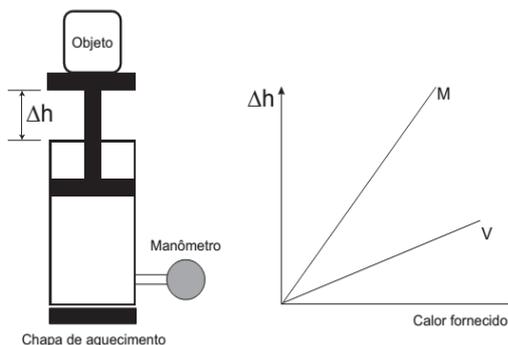
Característica	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3	Árvore 4	Árvore 5
Superfície foliar	Coberta por tricomas	Coberta por cera	Coberta por cera	Coberta por espinhos	Coberta por espinhos
Profundidade das raízes	Baixa	Alta	Baixa	Baixa	Alta

Qual é a árvore adequada para o reflorestamento dessa região?

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

QUESTÃO 62

Um sistema de pistão contendo um gás é mostrado na figura. Sobre a extremidade superior do êmbolo, que pode movimentar-se livremente sem atrito, encontra-se um objeto. Através de uma chapa de aquecimento é possível fornecer calor ao gás e, com auxílio de um manômetro, medir sua pressão. A partir de diferentes valores de calor fornecido, considerando o sistema como hermético, o objeto elevou-se em valores Δh , como mostrado no gráfico. Foram estudadas, separadamente, quantidades equimolares de dois diferentes gases, denominados M e V.



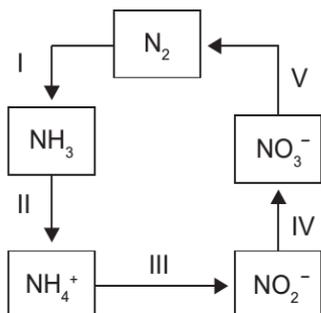
A diferença no comportamento dos gases no experimento decorre do fato de o gás M, em relação ao V, apresentar

- A maior pressão de vapor.
- B menor massa molecular.
- C maior compressibilidade.
- D menor energia de ativação.
- E menor capacidade calorífica.



QUESTÃO 63

A aplicação excessiva de fertilizantes nitrogenados na agricultura pode acarretar alterações no solo e na água pelo acúmulo de compostos nitrogenados, principalmente a forma mais oxidada, favorecendo a proliferação de algas e plantas aquáticas e alterando o ciclo do nitrogênio, representado no esquema. A espécie nitrogenada mais oxidada tem sua quantidade controlada por ação de microrganismos que promovem a reação de redução dessa espécie, no processo denominado desnitrificação.

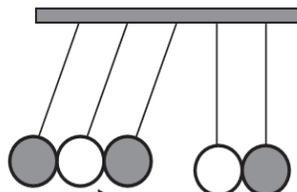


O processo citado está representado na etapa

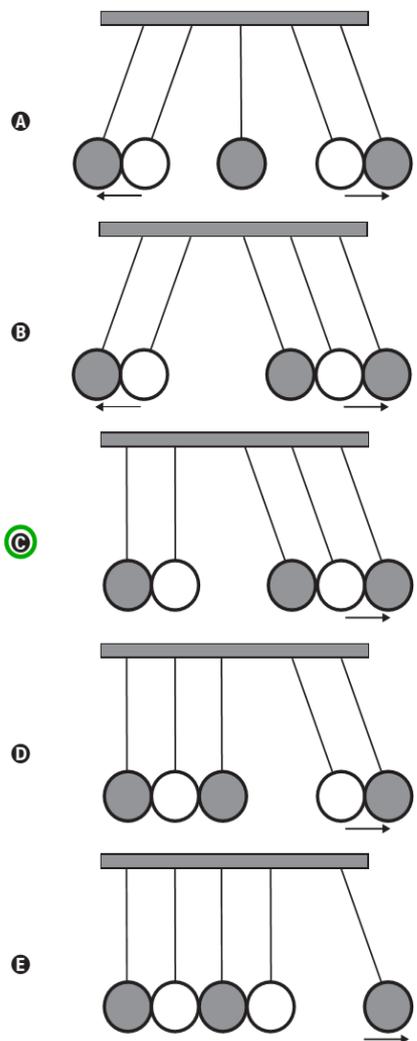
- A I.
- B II.
- C III.
- D IV.
- E V.**

QUESTÃO 64

O pêndulo de Newton pode ser constituído por cinco pêndulos idênticos suspensos em um mesmo suporte. Em um dado instante, as esferas de três pêndulos são deslocadas para a esquerda e liberadas, deslocando-se para a direita e colidindo elasticamente com as outras duas esferas, que inicialmente estavam paradas.



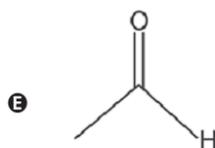
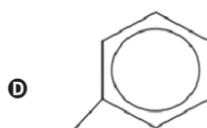
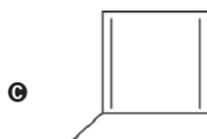
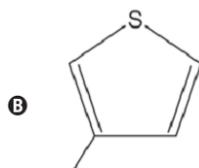
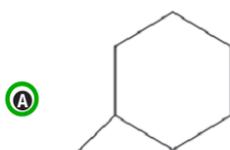
O movimento dos pêndulos após a primeira colisão está representado em:



QUESTÃO 65

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



QUESTÃO 66

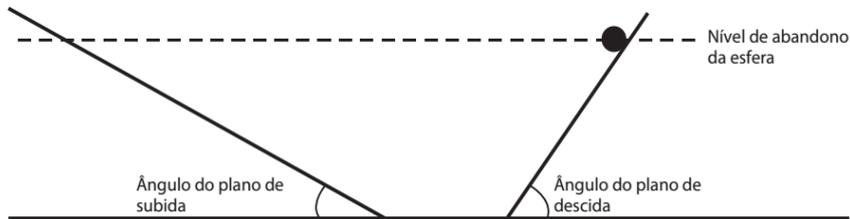
A elevação da temperatura das águas de rios, lagos e mares diminui a solubilidade do oxigênio, pondo em risco as diversas formas de vida aquática que dependem desse gás. Se essa elevação de temperatura acontece por meios artificiais, dizemos que existe poluição térmica. As usinas nucleares, pela própria natureza do processo de geração de energia, podem causar esse tipo de poluição.

Que parte do ciclo de geração de energia das usinas nucleares está associada a esse tipo de poluição?

- A** Fissão do material radioativo.
- B** Condensação do vapor-d'água no final do processo.
- C** Conversão de energia das turbinas pelos geradores.
- D** Aquecimento da água líquida para gerar vapor-d'água.
- E** Lançamento do vapor-d'água sobre as pás das turbinas.

**QUESTÃO 67**

Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. Na descrição do experimento, quando a esfera de metal é abandonada para descer um plano inclinado de um determinado nível, ela sempre atinge, no plano ascendente, no máximo, um nível igual àquele em que foi abandonada.



Galileu e o plano inclinado. Disponível em: www.fisica.ufpb.br. Acesso em: 21 ago. 2012 (adaptado).

Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera

- A) manterá sua velocidade constante, pois o impulso resultante sobre ela será nulo.
- B) manterá sua velocidade constante, pois o impulso da descida continuará a empurrá-la.
- C) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois não haverá mais impulso para empurrá-la.
- D) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois o impulso resultante será contrário ao seu movimento.
- E) aumentará gradativamente a sua velocidade, pois não haverá nenhum impulso contrário ao seu movimento.

QUESTÃO 68

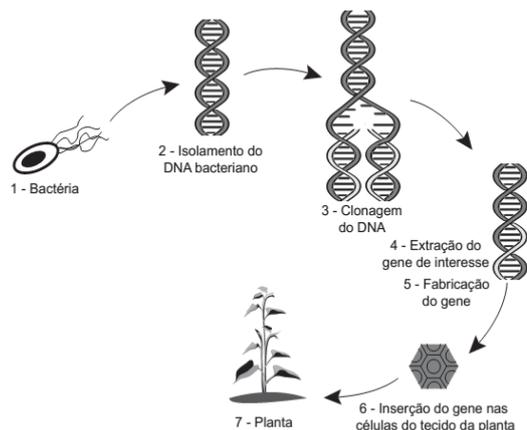
Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe refratado indicará adulteração no combustível.

Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?

- A) Mudou de sentido.
- B) Sofreu reflexão total.
- C) Atingiu o valor do ângulo limite.
- D) Direcionou-se para a superfície de separação.
- E) Aproximou-se da normal à superfície de separação.

QUESTÃO 69

Em um laboratório de genética experimental, observou-se que determinada bactéria continha um gene que conferia resistência a pragas específicas de plantas. Em vista disso, os pesquisadores procederam de acordo com a figura.



Disponível em: <http://ciencia.hsw.uol.com.br>. Acesso em: 22 nov. 2013 (adaptado).

Do ponto de vista biotecnológico, como a planta representada na figura é classificada?

- A Clone.
- B Híbrida.
- C Mutante.
- D Adaptada.
- E Transgênica.

QUESTÃO 70

Visando minimizar impactos ambientais, a legislação brasileira determina que resíduos químicos lançados diretamente no corpo receptor tenham pH entre 5,0 e 9,0. Um resíduo líquido aquoso gerado em um processo industrial tem concentração de íons hidroxila igual a $1,0 \times 10^{-10}$ mol/L. Para atender a legislação, um químico separou as seguintes substâncias, disponibilizadas no almoxarifado da empresa: CH_3COOH , Na_2SO_4 , CH_3OH , K_2CO_3 e NH_4Cl .

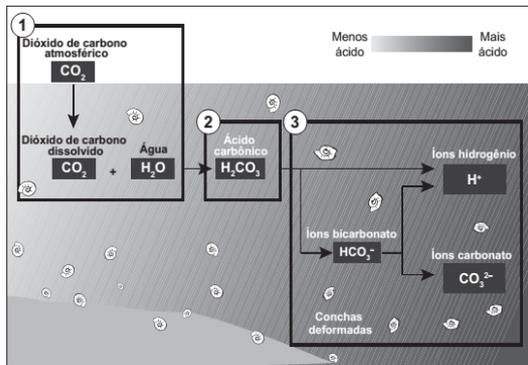
Para que o resíduo possa ser lançado diretamente no corpo receptor, qual substância poderia ser empregada no ajuste do pH?

- A CH_3COOH
- B Na_2SO_4
- C CH_3OH
- D K_2CO_3
- E NH_4Cl



QUESTÃO 71

Parte do gás carbônico da atmosfera é absorvida pela água do mar. O esquema representa reações que ocorrem naturalmente, em equilíbrio, no sistema ambiental marinho. O excesso de dióxido de carbono na atmosfera pode afetar os recifes de corais.



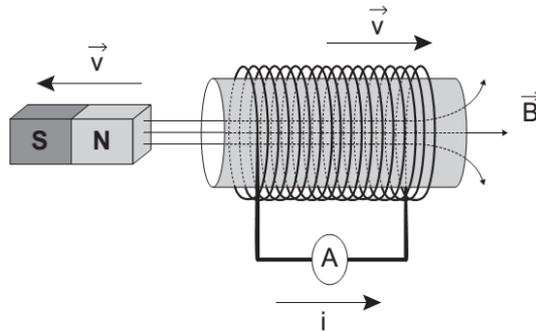
Disponível em: <http://news.bbc.co.uk>. Acesso em: 20 maio 2014 (adaptado).

O resultado desse processo nos corais é o(a)

- A seu branqueamento, levando à sua morte e extinção.
- B excesso de fixação de cálcio, provocando calcificação indesejável.
- C menor incorporação de carbono, afetando seu metabolismo energético.
- D estímulo da atividade enzimática, evitando a descalcificação dos esqueletos.
- E dano à estrutura dos esqueletos calcários, diminuindo o tamanho das populações.

QUESTÃO 72

O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a v , induzindo uma corrente elétrica de intensidade i , como ilustrado na figura.



A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para a

- A esquerda e o ímã para a direita com polaridade invertida.
- B direita e o ímã para a esquerda com polaridade invertida.
- C esquerda e o ímã para a esquerda com mesma polaridade.
- D direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.
- E esquerda e manter o ímã em repouso com mesma polaridade.

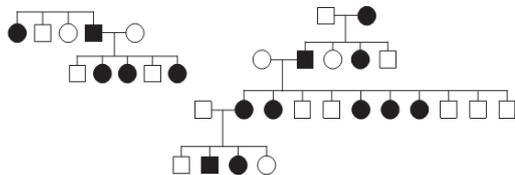
QUESTÃO 73

Segundo a teoria evolutiva mais aceita hoje, as mitocôndrias, organelas celulares responsáveis pela produção de ATP em células eucariotas, assim como os cloroplastos, teriam sido originados de procariontes ancestrais que foram incorporados por células mais complexas.

Uma característica da mitocôndria que sustenta essa teoria é a

- A capacidade de produzir moléculas de ATP.
- B presença de parede celular semelhante à de procariontes.
- C presença de membranas envolvendo e separando a matriz mitocondrial do citoplasma.
- D capacidade de autoduplicação dada por DNA circular próprio semelhante ao bacteriano.
- E presença de um sistema enzimático eficiente às reações químicas do metabolismo aeróbio.

QUESTÃO 74



No heredograma, os símbolos preenchidos representam pessoas portadoras de um tipo raro de doença genética. Os homens são representados pelos quadrados e as mulheres, pelos círculos.

Qual é o padrão de herança observado para essa doença?

- A Dominante autossômico, pois a doença aparece em ambos os sexos.
- B Recessivo ligado ao sexo, pois não ocorre a transmissão do pai para os filhos.
- C Recessivo ligado ao Y, pois a doença é transmitida dos pais heterozigotos para os filhos.
- D Dominante ligado ao sexo, pois todas as filhas de homens afetados também apresentam a doença.
- E Codominante autossômico, pois a doença é herdada pelos filhos de ambos os sexos, tanto do pai quanto da mãe.

QUESTÃO 75

Um pesquisador percebe que o rótulo de um dos vidros em que guarda um concentrado de enzimas digestivas está ilegível. Ele não sabe qual enzima o vidro contém, mas desconfia de que seja uma protease gástrica, que age no estômago digerindo proteínas. Sabendo que a digestão no estômago é ácida e no intestino é básica, ele monta cinco tubos de ensaio com alimentos diferentes, adiciona o concentrado de enzimas em soluções com pH determinado e aguarda para ver se a enzima age em algum deles.

O tubo de ensaio em que a enzima deve agir para indicar que a hipótese do pesquisador está correta é aquele que contém

- A cubo de batata em solução com pH = 9.
- B pedaço de carne em solução com pH = 5.
- C clara de ovo cozida em solução com pH = 9.
- D porção de macarrão em solução com pH = 5.
- E bolinha de manteiga em solução com pH = 9.

QUESTÃO 76

Alguns sistemas de segurança incluem detectores de movimento. Nesses sensores, existe uma substância que se polariza na presença de radiação eletromagnética de certa região de frequência, gerando uma tensão que pode ser amplificada e empregada para efeito de controle. Quando uma pessoa se aproxima do sistema, a radiação emitida por seu corpo é detectada por esse tipo de sensor.

WENDLING, M. Sensores. Disponível em: www2.feg.unesp.br. Acesso em: 7 maio 2014 (adaptado).

A radiação captada por esse detector encontra-se na região de frequência

- A da luz visível.
- B do ultravioleta.
- C do infravermelho.
- D das micro-ondas.
- E das ondas longas de rádio.

QUESTÃO 77

O estudo de compostos orgânicos permite aos analistas definir propriedades físicas e químicas responsáveis pelas características de cada substância descoberta. Um laboratório investiga moléculas quirais cuja cadeia carbônica seja insaturada, heterogênea e ramificada.

A fórmula que se enquadra nas características da molécula investigada é

- A $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)-CH(OH)-CO-NH-CH}_3$.
- B $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)-CH(CH}_3\text{)-CO-NH-CH}_3$.
- C $\text{CH}_3\text{-(CH}_2\text{)-CH(CH}_3\text{)-CO-NH}_2$.
- D $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(CH}_3\text{)-CO-NH-CH}_3$.
- E $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-CO-NH-CH}_3$.

QUESTÃO 78

Com o objetivo de substituir as sacolas de polietileno, alguns supermercados têm utilizado um novo tipo de plástico ecológico, que apresenta em sua composição amido de milho e uma resina polimérica termoplástica, obtida a partir de uma fonte petroquímica.

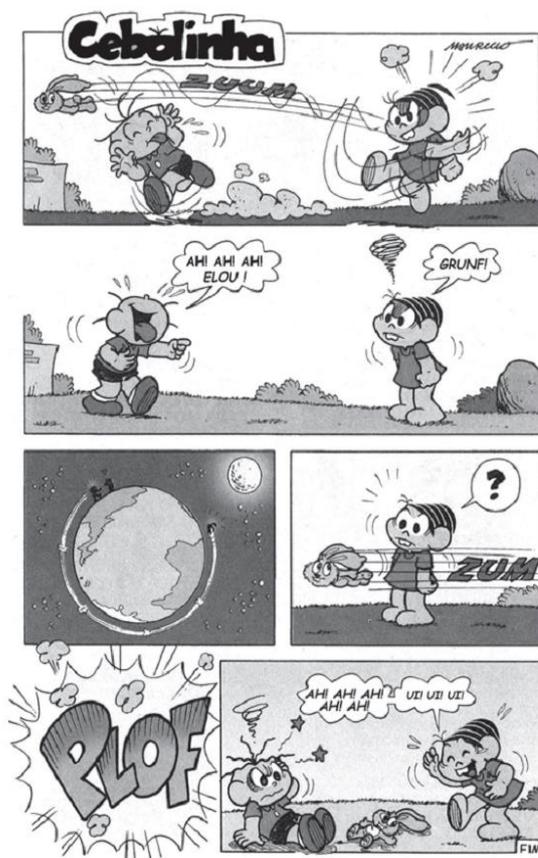
ERENO, D. Plásticos de vegetais. *Pesquisa Fapesp*, n. 179, jan. 2011 (adaptado).

Nesses plásticos, a fragmentação da resina polimérica é facilitada porque os carboidratos presentes

- A dissolvem-se na água.
- B absorvem água com facilidade.
- C caramelizam por aquecimento e quebram.
- D são digeridos por organismos decompositores.
- E decompõem-se espontaneamente em contato com água e gás carbônico.

QUESTÃO 82

Um professor utiliza essa história em quadrinhos para discutir com os estudantes o movimento de satélites. Nesse sentido, pede a eles que analisem o movimento do coelho, considerando o módulo da velocidade constante.



SOUSA, M. Cebolinha, n. 240, jun. 2006.

Desprezando a existência de forças dissipativas, o vetor aceleração tangencial do coelho, no terceiro quadrinho, é

- A) nulo.
- B) paralelo à sua velocidade linear e no mesmo sentido.
- C) paralelo à sua velocidade linear e no sentido oposto.
- D) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para o centro da Terra.
- E) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para fora da superfície da Terra.

QUESTÃO 83

A utilização de processos de biorremediação de resíduos gerados pela combustão incompleta de compostos orgânicos tem se tornado crescente, visando minimizar a poluição ambiental. Para a ocorrência de resíduos de naftaleno, algumas legislações limitam sua concentração em até 30 mg/kg para solo agrícola e 0,14 mg/L para água subterrânea. A quantificação desse resíduo foi realizada em diferentes ambientes, utilizando-se amostras de 500 g de solo e 100 mL de água, conforme apresentado no quadro.

Ambiente	Resíduo de naftaleno (g)
Solo I	$1,0 \times 10^{-2}$
Solo II	$2,0 \times 10^{-2}$
Água I	$7,0 \times 10^{-6}$
Água II	$8,0 \times 10^{-6}$
Água III	$9,0 \times 10^{-6}$

O ambiente que necessita de biorremediação é o(a)

- A) solo I.
- B) solo II.
- C) água I.
- D) água II.
- E) água III.



QUESTÃO 84

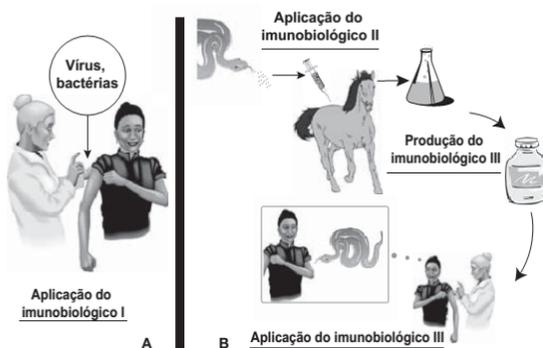
Ao sintonizarmos uma estação de rádio ou um canal de TV em um aparelho, estamos alterando algumas características elétricas de seu circuito receptor. Das inúmeras ondas eletromagnéticas que chegam simultaneamente ao receptor, somente aquelas que oscilam com determinada frequência resultarão em máxima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

O fenômeno descrito é a

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

QUESTÃO 85

Imunobiológicos:
diferentes formas de produção, diferentes aplicações



Embora sejam produzidos e utilizados em situações distintas, os imunobiológicos I e II atuam de forma semelhante nos humanos e equinos, pois

- A conferem imunidade passiva.
- B transferem células de defesa.
- C suprimem a resposta imunológica.
- D estimulam a produção de anticorpos.
- E desencadeiam a produção de antígenos.

QUESTÃO 86

Grande quantidade dos maus odores do nosso dia a dia está relacionada a compostos alcalinos. Assim, em vários desses casos, pode-se utilizar o vinagre, que contém entre 3,5% e 5% de ácido acético, para diminuir ou eliminar o mau cheiro. Por exemplo, lavar as mãos com vinagre e depois enxaguá-las com água elimina o odor de peixe, já que a molécula de piridina (C_5H_5N) é uma das substâncias responsáveis pelo odor característico de peixe podre.

SILVA, V. A.; BENITE, A. M. C.; SOARES, M. H. F. B. Algo aqui não cheira bem... A química do mau cheiro. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 1, fev. 2011 (adaptado).

A eficiência do uso do vinagre nesse caso se explica pela

- A sobreposição de odor, propiciada pelo cheiro característico do vinagre.
- B solubilidade da piridina, de caráter ácido, na solução ácida empregada.
- C inibição da proliferação das bactérias presentes, devido à ação do ácido acético.
- D degradação enzimática da molécula de piridina, acelerada pela presença de ácido acético.
- E reação de neutralização entre o ácido acético e a piridina, que resulta em compostos sem mau odor.

QUESTÃO 87

Quando adolescente, as nossas tardes, após as aulas, consistiam em tomar às mãos o violão e o dicionário de acordes de Almir Chediak e desafiar nosso amigo Hamilton a descobrir, apenas ouvindo o acorde, quais notas eram escolhidas. Sempre perdíamos a aposta, ele possui o ouvido absoluto.

O ouvido absoluto é uma característica perceptual de poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas sem outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia.

LENT, R. O cérebro do meu professor de acordeão. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br>. Acesso em: 15 ago. 2012 (adaptado).

No contexto apresentado, a propriedade física das ondas que permite essa distinção entre as notas é a

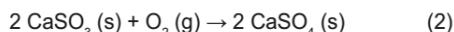
- A frequência.
- B intensidade.
- C forma da onda.
- D amplitude da onda.
- E velocidade de propagação.

QUESTÃO 88

Grandes fontes de emissão do gás dióxido de enxofre são as indústrias de extração de cobre e níquel, em decorrência da oxidação dos minérios sulfurados. Para evitar a liberação desses óxidos na atmosfera e a consequente formação da chuva ácida, o gás pode ser lavado, em um processo conhecido como dessulfurização, conforme mostrado na equação (1).



Por sua vez, o sulfato de cálcio formado pode ser oxidado, com o auxílio do ar atmosférico, para a obtenção do sulfato de cálcio, como mostrado na equação (2). Essa etapa é de grande interesse porque o produto da reação, popularmente conhecido como gesso, é utilizado para fins agrícolas.



As massas molares dos elementos carbono, oxigênio, enxofre e cálcio são iguais a 12 g/mol, 16 g/mol, 32 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

BAIRD, C. *Química ambiental*. Porto Alegre: Bookman, 2002 (adaptado).

Considerando um rendimento de 90% no processo, a massa de gesso obtida, em gramas, por mol de gás retido é mais próxima de

- A 64.
- B 108.
- C 122.
- D 136.
- E 245.

QUESTÃO 89

Na década de 1990, células do cordão umbilical de recém-nascidos humanos começaram a ser guardadas por criopreservação, uma vez que apresentam alto potencial terapêutico em consequência de suas características peculiares.

O poder terapêutico dessas células baseia-se em sua capacidade de

- A multiplicação lenta.
- B comunicação entre células.
- C adesão a diferentes tecidos.
- D diferenciação em células especializadas.
- E reconhecimento de células semelhantes.

QUESTÃO 90

As lentes fotocromáticas escurecem quando expostas à luz solar por causa de reações químicas reversíveis entre uma espécie incolor e outra colorida. Diversas reações podem ser utilizadas, e a escolha do melhor reagente para esse fim se baseia em três principais aspectos: (i) o quanto escurece a lente; (ii) o tempo de escurecimento quando exposta à luz solar; e (iii) o tempo de esmaecimento em ambiente sem forte luz solar. A transmitância indica a razão entre a quantidade de luz que atravessa o meio e a quantidade de luz que incide sobre ele.

Durante um teste de controle para o desenvolvimento de novas lentes fotocromáticas, foram analisadas cinco amostras, que utilizam reagentes químicos diferentes. No quadro, são apresentados os resultados.

Amostra	Tempo de escurecimento (segundo)	Tempo de esmaecimento (segundo)	Transmitância média da lente quando exposta à luz solar (%)
1	20	50	80
2	40	30	90
3	20	30	50
4	50	50	50
5	40	20	95

Considerando os três aspectos, qual é a melhor amostra de lente fotocromática para se utilizar em óculos?

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

