

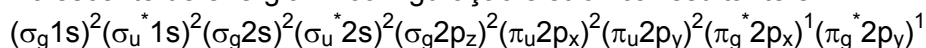
**QUÍMICA – ENADE 2005**  
**PADRÃO DE RESPOSTAS - QUESTÕES DISCURSIVAS**  
**COMPONENTE ESPECÍFICO / CONTEÚDOS GERAIS**

**QUESTÃO 4**

a) Cada átomo de O tem dois elétrons desemparelhados, um em cada orbital 2p ( $1s^2 2s^2 2p_x^1 2p_z^1$ ). Segundo o modelo da Teoria de Ligação de Valência (LV), os orbitais vão se superpor e formar as ligações, emparelhando os elétrons. Assim, resultam duas ligações do emparelhamento dos elétrons nos orbitais  $2p_x$  e dos elétrons no orbital  $2p_z$ . Como existem dois pares de elétrons emparelhados formando as ligações, o modelo LV prevê que a molécula seja um singlete.

**(valor: 3,0 pontos)**

b) Pela Teoria dos Orbitais Moleculares (OM), devem-se distribuir os 16 elétrons da molécula de  $O_2$  nos OM, em ordem crescente de energia. A configuração eletrônica resultante é:



Os dois últimos elétrons ocupam os orbitais degenerados  $\pi_g^* 2p_x$  e  $\pi_g^* 2p_y$ , obedecendo à regra de Hund da máxima multiplicidade (ocupa-se primeiro cada orbital de uma subcamada degenerada com um elétron, antes de emparelhar dois elétrons no mesmo orbital). Portanto, o modelo OM prevê dois elétrons desemparelhados, resultando num tripleto.

**(valor: 3,0 pontos)**

c) Para que uma substância seja paramagnética, é preciso que haja elétrons desemparelhados, o que é previsto pelo modelo OM. Para que haja absorção no infravermelho, é preciso que a molécula altere seu momento de dipolo durante a vibração. Como o  $O_2$  é apolar, não há variação no momento de dipolo; logo, a molécula não absorve no infravermelho.

**(valor: 4,0 pontos)**

**QUESTÃO 5**

a) Deverão ser apresentadas três aplicações, tais como:

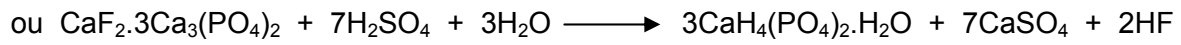
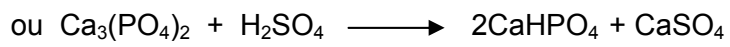
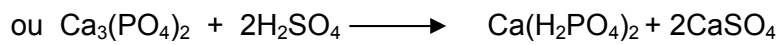
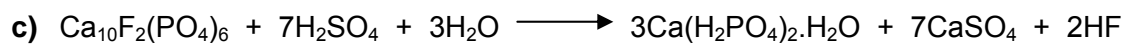
fabricação de pigmentos, explosivos, álcool, detergentes, papel e celulose, baterias ou acumuladores de chumbo etc.

**(valor: 3,0 pontos, sendo 1,0 ponto para cada aplicação)**

- b) • *Ao diluir o ácido, deve-se verter a água lentamente sobre o ácido* – INCORRETA. Jamais se deve verter água sobre ácido, pois a interação é fortemente exotérmica, havendo risco de projeção da substância corrosiva.
- *Ao eliminar efluentes residuais, o ácido deve ser previamente neutralizado* – CORRETA. Devido à sua toxidez e corrosividade, o ácido contaminaria o solo e a água, com prejuízos para a vida.
- *Armazenar o ácido longe de cloratos e cromatos* – CORRETA. O ácido reage violentamente com materiais oxidantes.
- *O contato com metais provoca risco de explosão* – CORRETA. A reação com metais pode gerar hidrogênio, que é explosivo e inflamável.

**(valor: 4,0 pontos, sendo 1,0 ponto para cada item)**

**QUESTÃO 5 (Continuação)**



**(valor: 3,0 pontos)**

**QUESTÕES DISCURSIVAS  
COMPONENTE ESPECÍFICO / CONTEÚDO ESPECÍFICO  
BACHAREL**

**QUESTÃO 6**

a) Em escores positivos de PC1, surgem as bases Adenina e Guanina, enquanto em valores negativos de escores, surgem as bases Citosina, Timina e Uracila. Portanto, PC1 separa as bases purínicas (escores positivos) das bases pirimidínicas (escores negativos).

**(valor: 3,0 pontos)**

b) Os pares de bases complementares no DNA são CG e AT. Observa-se que estes pares estão separados ao longo de PC2.

**(valor: 3,0 pontos)**

c) Porque as variáveis possuem unidades distintas e apresentam, naturalmente, variâncias diferentes. Então, para não privilegiar as PC's na direção dessas variáveis (neste caso, Stot e  $\Delta_f H$ ), deve-se proceder ao autoescalonamento dos dados, antes de realizar a ACP.

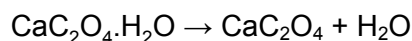
**(valor: 4,0 pontos)**

**QUESTÃO 7**

a) Transformações Endotérmicas: pico I e pico III. Transformação Exotérmica: pico II.

**(valor: 2,0 pontos)**

b) O pico I corresponde à transformação que ocorre em temperatura mais baixa. Este pico está associado à transformação endotérmica de desidratação do reagente de partida.

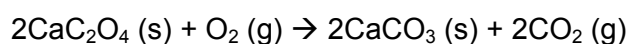


**(valor: 2,0 pontos)**

c) A variação de entalpia associada à transformação.

**(valor: 2,0 pontos)**

d) No pico II ocorre formação de  $\text{CaCO}_3$  através de uma transformação exotérmica, na presença de oxigênio, segundo a reação:



No pico III ocorre a decomposição do  $\text{CaCO}_3$  formado, segundo a reação:



(valor: 4,0 pontos, sendo 2,0 pontos para cada reação)

### QUESTÃO 8

a) O grupo S–H (grupo sulfidril). (valor: 2,0 pontos)

b) A mistura de proteínas é separada por meio da migração específica de íons em solução, quando estes são submetidos à ação de um campo elétrico. A diferença de velocidade de migração se deve às diferenças entre o tamanho e a carga das espécies.

(valor: 4,0 pontos)

c) O complexo proteína-ânion dodecilsulfato possui uma carga bem mais negativa que a da proteína nativa, o que torna a carga original da proteína irrelevante. Como, em geral, a mobilidade das proteínas, sob essas condições, depende inversamente de suas massas (na verdade, é inversamente proporcional ao logaritmo de suas massas), então é possível separar proteínas de diferentes massas numa mistura.

(valor: 4,0 pontos)

### QUESTÃO 9

a) A astaxantina, pois é o único sistema que possui um grupo carbonila ao qual estão associados os seguintes orbitais envolvidos nesta transição, quais sejam, os pares de elétrons isolados do oxigênio e o orbital molecular antiligante do par C=O ( $\pi^*$ ).

(valor: 3,0 pontos)

b) A transição  $\pi \rightarrow \pi^*$ .

(valor: 3,0 pontos)

c) A cor percebida pelos nossos olhos para carotenóides está associada à radiação eletromagnética que não é absorvida pelos mesmos. A radiação absorvida corresponde a fótons de energia equivalente à diferença entre a energia do estado fundamental e a energia de um estado excitado dessas moléculas. De forma mais simples, a radiação absorvida corresponde à promoção de um elétron do último orbital molecular ocupado (*highest occupied molecular orbital* - HOMO) para o orbital molecular mais baixo desocupado (*lowest unoccupied molecular orbital* - LUMO). Como, na estrutura molecular desses carotenóides, observa-se a presença de ligações simples e duplas, alternadas, o elétron associado ao HOMO encontra-se deslocalizado em todo o intervalo dessas ligações alternadas. Assim, quanto maior o tamanho desse intervalo de deslocalização, menor é a energia necessária para promover o elétron para o estado de maior energia. Na astaxantina, esse intervalo de deslocalização é maior que no caroteno, pois envolve, adicionalmente, a ligação C=O e

a ligação C-C, adjacente à primeira. Portanto, a astaxantina absorverá fótons de menor energia (ou maior comprimento de onda) que o caroteno. Pelo círculo das cores complementares, se a astaxantina é responsável pela cor rosa de salmões, lagostas e camarões fervidos, então se espera que ela absorva radiação na região do verde. Já o caroteno, que é responsável pela cor laranja da cenoura e da manga, deve absorver radiação na região azul. Como a radiação na região do verde tem menor energia que a radiação na região do azul, a previsão das cores baseadas na estrutura molecular fica bem estabelecida.

**ou**

A cor percebida desses carotenóides está associada à radiação eletromagnética que não é absorvida pelos mesmos e que, portanto, chega aos nossos olhos.

A radiação absorvida corresponde a fótons de energia equivalente à transição eletrônica do último orbital molecular ocupado (*highest occupied molecular orbital* - HOMO) para o orbital molecular mais baixo desocupado (*lowest unoccupied molecular orbital* - LUMO).

Os elétrons do HOMO podem ser encarados como elétrons livres, numa caixa de dimensão igual ao intervalo de ligações simples e duplas alternadas. Utilizando o modelo mecânico-quântico da partícula na caixa, a diferença de energia entre um estado  $n$  e o estado seguinte  $n+1$  é dada por:

$$\Delta E = \frac{(2n+1)h^2}{8mL^2}$$

onde  $h$  é a constante de Planck,  $m$  é a massa do elétron e  $L$  é o tamanho da caixa (no caso dos carotenóides, o intervalo de ligações simples e duplas alternadas).

$L(\text{astaxantina}) > L(\text{caroteno}) \rightarrow \Delta E(\text{astaxantina}) < \Delta E(\text{caroteno})$ , como  $\Delta E = h.c/\lambda$ , então:

$$\lambda_{\text{abs}}(\text{astaxantina}) > \lambda_{\text{abs}}(\text{caroteno}).$$

Pelo círculo de cores complementares, a astaxantina, que confere a cor rosa, deve absorver no verde, e o caroteno, que confere a cor laranja, deve absorver no azul, em concordância com as previsões acima.

**(valor: 4,0 pontos)**

**QUESTÕES DISCURSIVAS**  
**COMPONENTE ESPECÍFICO / CONTEÚDO ESPECÍFICO**  
**QUÍMICO COM ATRIBUIÇÕES TECNOLÓGICAS**

**QUESTÃO 10**

a) Atividade de lavagem de veículo:

- Entradas = água, sujeiras de veículos, detergente, silicone;
- Saída = efluente líquido contaminado, resíduos sólidos.

Atividade de recebimento, estocagem e fornecimento de inflamáveis:

- Entrada = Gasolina comum, gasolina aditivada, diesel, álcool, óleos lubrificantes, gás natural, querosene (inflamáveis comprados pelo posto de gasolina).
- Saídas = Gasolina comum, gasolina aditivada, diesel, álcool, óleos lubrificantes, gás natural, querosene (inflamáveis vendidos pelo posto de gasolina).

**(valor: 2,0 pontos, sendo 0,5 para cada componente)**

b) Podem ser citados os seguintes impactos ambientais decorrentes de:

- Lavagem de automóveis = efluentes contaminados com orgânicos, contaminação do lençol freático, acúmulo de resíduos sólidos.
- Recebimento, fornecimento e estocagem de inflamáveis = derramamentos, incêndios, contaminação do lençol freático, emissão de vapores tóxicos.

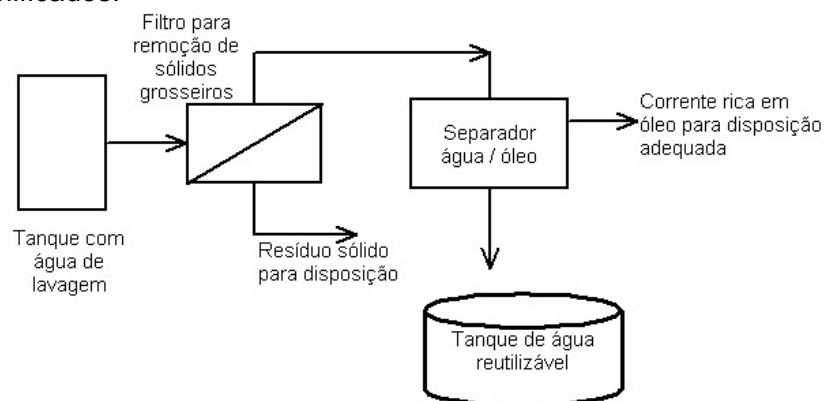
**(valor: 2,0 pontos, sendo 1,0 para cada impacto)**

c) Podem ser apresentados dois, dentre os seguintes processos:

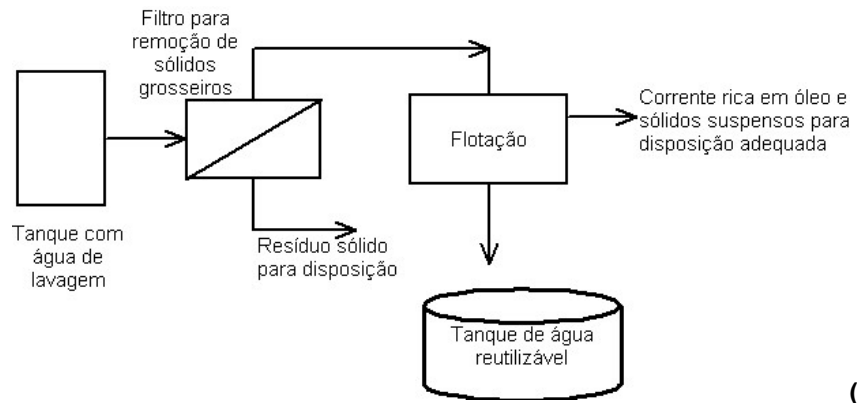
- separar o óleo e a sujeira da água de lavagem e reaproveitar a água;
- instalar separadores de óleo mais eficientes;
- dispor adequadamente os resíduos sólidos e líquidos;

**(valor: 3,0 pontos, sendo 1,5 para cada processo)**

d) Diagramas simplificados:



OU



(valor: 3,0 pontos)

## QUESTÃO 11

- a) Ponto de fulgor é a temperatura mínima a partir da qual os corpos combustíveis começam a desprender gases ou vapores que se inflamam, quando em contato com uma fonte externa de calor. Entretanto, a chama não se mantém, devido à insuficiência de vapores inflamáveis.

(valor: 1,0 ponto)

Ponto de combustão é a temperatura mínima na qual os gases desprendidos dos corpos combustíveis, ao entrarem em contato com uma fonte de calor externa, entram em combustão e continuam a queimar.

(valor: 1,0 ponto)

Ponto de ignição é a temperatura mínima na qual os gases desprendidos dos combustíveis entram em combustão espontânea, em contato com o ar atmosférico.

(valor: 0,5 ponto)

- b)  $q_1$  = condução através da placa de vidro interna. (valor: 0,5 ponto)  
 $q_3$  = radiação a partir da placa de vidro interna. (valor: 1,0 ponto)  
 $q_9$  = convecção do ar do pavilhão a partir da superfície externa. (valor: 1,0 ponto)

- c) Devem ser apresentados dois, dentre os seguintes parâmetros:

- entalpia de reação
- estequiometria
- taxas mássicas ou molares (produtividade)
- calor específico do refrigerante
- taxa mássica do refrigerante
- fase em que ocorre a reação

(valor: 2,0 pontos, sendo 1,0 ponto para cada parâmetro)

d)

	Classes de Incêndios			
	<b>Tipo A</b>	<b>Tipo B</b>	<b>Tipo C</b>	<b>Tipo D</b>
Extintores	Madeira, papel e tecidos em geral	Líquidos e gases inflamáveis	Equipamentos elétricos com carga	Metais inflamáveis
CO <sub>2</sub>	Não serve	Bom	Excelente	Não serve
Pó Químico	Não serve	Excelente	Excelente	Excelente
Espuma	Excelente	Bom	Não serve	Não serve
Água	Excelente	Não serve	Não serve	Não serve

(valor:

3,0 pontos, para 14 a 16 qualificações corretas;

2,5 pontos, para 12 ou 13 qualificações corretas;

2,0 pontos, para 10 ou 11 qualificações corretas;

1,5 ponto, para 7 a 9 qualificações corretas;

1,0 ponto, para 4 a 6 qualificações corretas;

0,5 ponto, para 1 a 3 qualificações corretas;)



## QUESTÃO 12

- a) Formulação do meio de cultura, esterilização do meio de cultura, desenvolvimento do inóculo, promoção do crescimento da população de células no biorreator, extração e purificação do produto e tratamento de efluentes.

ou

Desenvolvimento do inóculo, formulação do meio de cultura, esterilização do meio de cultura, promoção do crescimento da população de células no biorreator, extração e purificação do produto e tratamento de efluentes.

**(valor: 3,0 pontos)**

- b) A eficiência do processo fermentativo pode ser aumentada por meio de programas de pesquisa e desenvolvimento, atuando, principalmente, em três das etapas citadas acima, em relação às quais devem ser citadas duas das seguintes medidas:

- modificar o microorganismo através de técnicas de mutação e de engenharia genética e selecionar variações de células mais produtivas;
- otimizar as condições do meio durante a reação;
- desenvolver e otimizar estratégias de separação e purificação do produto.

**(valor: 3,0 pontos, sendo 1,5 ponto para cada medida)**

- c) I – Fase *lag* ou de latência – durante esta fase, a taxa de crescimento é nula, pois as células estão se adaptando ao novo meio de cultura, sintetizando novas enzimas ou componentes estruturais.

II – Fase exponencial de crescimento – a velocidade específica de crescimento é constante e rápida.

III – Fase estacionária – nesta fase foi atingida a concentração máxima de células no meio de cultivo e esta concentração é constante.

IV – Fase de morte – o valor da concentração celular diminui porque as células perdem viabilidade ou são destruídas por lise.

**(valor: 4,0 pontos, sendo 1,0 ponto para cada fase)**

## QUESTÃO 13

- a) Deverão ser apresentadas duas dentre as seguintes conseqüências:

- substituição de peças que sofreram corrosão, incluindo mão-de-obra e energia;
- manutenção das peças e equipamentos (proteção catódica, recobrimento, pinturas, etc.);
- paralisações acidentais ou para limpeza de permutadores de calor ou, ainda, para substituição de tubos ou peças corroídas, o que pode representar grandes custos no valor da produção;
- perdas de produto, como óleo, soluções, gás ou água através de tubulações corroídas até se fazer o reparo;
- perda de eficiência proveniente de: diminuição da transferência de calor através dos produtos de corrosão acumulados; entupimento de encanamentos com ferrugem;
- contaminação de produtos;
- superdimensionamento nos projetos, porque a velocidade de corrosão é desconhecida ou os métodos do controle de corrosão são incertos.

(valor: 3,0 pontos, sendo 1,5 ponto para cada consequência)

**QUESTÃO 13 (Continuação)**

**b)** Deverão ser apresentadas duas dentre as seguintes ações:

- inspeção visual;
- análise da água para verificar a presença de metais constituintes dos equipamentos e tubulações;
- análise da eficiência dos trocadores de calor;
- avaliação da perda de carga nas tubulações e equipamentos.

(valor: 3,0 pontos, sendo 1,5 ponto para cada ação)

**c)**  $h_{\ell_{\text{corroído}}}/h_{\ell_{\text{novo}}} = 0,22/0,08 = 2,75$

(valor: 4,0 pontos)

**QUESTÕES DISCURSIVAS**  
**COMPONENTE ESPECÍFICO / CONTEÚDO ESPECÍFICO**  
**LICENCIADO**

**QUESTÃO 14**

**a) Abordagem biográfica**

Partindo de um determinado tema e acompanhando o processo de desenvolvimento de conceitos relacionados a esse tema, ao longo da história, pode-se: mostrar como a ciência está em permanente processo de transformação, isto é, a ciência não é feita de “dogmas” que devem ser memorizados, mas de idéias sujeitas a críticas e reformulações contínuas; auxiliar o aluno em seu próprio processo individual de construção dos conceitos.

**(valor: 3,0 pontos)**

**b) Abordagem temática**

Partindo de um determinado tema e acompanhando o processo de desenvolvimento de conceitos relacionados a esse tema, ao longo da história, pode-se: auxiliar o aluno em seu próprio processo individual de construção dos conceitos; mostrar como a ciência está em permanente processo de transformação, isto é, a ciência não é feita de “dogmas” que devem ser memorizados, mas de idéias sujeitas a críticas e reformulações contínuas.

**(valor: 3,0 pontos)**

**c) Abordagem cronológica**

Através da contemplação de um panorama amplo e superficial da ciência ao longo do tempo, pode-se: estabelecer uma correlação com fatos históricos em uma “linha do tempo” (favorecendo estudos interdisciplinares com a disciplina de história, por exemplo); discutir em termos gerais a evolução da ciência ao longo da história, especialmente o advento da ciência moderna no século XVII, seu rápido desenvolvimento a partir do século XVIII, e sua crescente influência sobre o modo de vida das sociedades desde então; fornecer subsídios para um módulo de estudo que aborde o papel da química na sociedade atual; fazer um levantamento inicial de temas que deverão ser estudados mais profundamente, com o auxílio de outras fontes bibliográficas, conforme o interesse dos alunos e do professor.

**(valor: 4,0 pontos)**

### QUESTÃO 15

a) O laboratório poderia ser utilizado como ponto de partida para o estudo de determinados conceitos, possibilitando ao estudante o contato com o fenômeno macroscópico antes da apresentação do modelo microscópico. Assim, o aluno terá uma referência concreta que o auxiliará na construção do modelo microscópico, abstrato.

**(valor: 3,0 pontos)**

b) Os objetivos do trabalho em laboratório poderiam ser focados na resolução de problemas ou na proposição de explicações, por parte dos alunos, para os fenômenos estudados (em termos da proposição de modelos microscópicos, por exemplo). Assim, o foco poderia estar no desenvolvimento de habilidades cognitivas e não na simples memorização de fatos e conceitos.

**(valor: 3,0 pontos)**

c) As práticas de laboratório poderiam estar relacionadas a temas do cotidiano dos alunos ou a fatos conhecidos por eles a partir de informações que chegam através dos meios de comunicação ou por estarem relacionados a processos industriais ou agrícolas. A partir desses temas, relacionados àquilo que os alunos já sabem, a construção dos novos conceitos seria facilitada. A prática de laboratório também permite que os estudantes percebam que os conceitos químicos se referem a fenômenos concretos, observáveis, possibilitando, assim, a associação do conhecimento químico com fatos “reais” (no sentido de fatos concretos, diretamente observáveis).

**(valor: 4,0 pontos)**

### QUESTÃO 16

a) A classificação de reações em termos de “trocas” pode conduzir os alunos a uma concepção alternativa de que qualquer transformação química é possível, bastando, por exemplo, no caso de reações de dupla troca, trocar o cátion de uma substância pelo cátion da outra, sem levar em consideração a natureza dos produtos formados.

Alguns exemplos de “trocas” que não ocorrem espontaneamente:

- ácido fraco e volátil + sal → ácido forte e fixo + sal
- base fraca + sal → base forte + outro sal
- sal + água → ácido forte + base forte
- “deslocamentos” que não levam em consideração os potenciais-padrão de redução das substâncias envolvidas.

**(valor: 3,0 pontos)**

b) Considerando que, de acordo com a teoria da dissociação de Arrhenius, determinadas espécies iônicas encontram-se dissociadas, as reações químicas não ocorreriam devido a “trocas”, mas devido à interação dos íons em solução, que conduzem à formação de espécies associadas (como ácidos fracos, sais pouco solúveis, etc.). Isso fica claro quando se escrevem as equações iônicas, em que existem os chamados “íons espectadores”, que em geral não são representados. No caso dos “deslocamentos”, é preciso também levar em consideração os potenciais-padrão de redução das espécies químicas envolvidas.

**(valor: 3,0 pontos)**

- c) Pode-se medir a condutividade elétrica de duas soluções, uma de  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  e outra de  $\text{KI}$ . Ao se misturar, aos poucos, uma sobre a outra, observa-se a precipitação do  $\text{PbI}_2$  pouco solúvel, e a diminuição da condutividade elétrica da solução. Isto sugere que os sais, inicialmente, estavam dissociados (pois as soluções eram mais condutoras que a água destilada) e a condutividade diminui devido à formação do precipitado. **(valor: 4,0 pontos)**

### QUESTÃO 17

- a) A seqüência seria:
- 1º - nível macroscópico (mais concreto);
  - 2º - nível simbólico-matemático;
  - 3º - nível microscópico (mais abstrato).
- (valor: 2,0 pontos)**
- b) O comportamento dos íons  $\text{H}^+$  em solução, que integra o modelo microscópico de partículas, permite explicar a mudança de cor dos indicadores ácido-base, que é observada na demonstração experimental (a interação com os íons  $\text{H}^+$  provoca mudança na estrutura das partículas do indicador, modificando sua cor). Além disso, é a concentração desses mesmos íons  $\text{H}^+$  que é quantificada na equação matemática que fornece o valor numérico do pH de uma solução. **(valor: 4,0 pontos)**
- c) O aluno precisará recorrer ao nível microscópico para explicar que haverá uma interação entre os íons  $\text{H}^+$  (provenientes da solução de  $\text{HCl}$ ) e  $\text{OH}^-$  (provenientes da solução de  $\text{NaOH}$ ), e essa interação irá determinar o valor final da concentração de íons  $\text{H}^+$ . Além disso, o aluno também precisará recorrer ao nível simbólico-matemático, para relacionar a concentração de íons  $\text{H}^+$  ao valor do pH. Nessa questão, não há referência ao nível macroscópico. **(valor: 4,0 pontos)**