

# A APRENDIZAGEM DA QUÍMICA

Capítulo 6 do livro: *A Aprendizagem e o Ensino de Ciências - do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*

# A natureza da matéria como um sistema de interação entre partículas

p. 145 até 157

# A mudança conceitual na aprendizagem da química

## PRINCÍPIOS CONCEITUAIS

Marco em que são inscritos os conceitos envolvidos

### Fatos ou dados

A matéria é tal como se vê: contínua e estática. As partículas possuem as mesmas propriedades do sistema macroscópico a que pertencem.

### Causalidade linear (de simples para múltiplo)

Mudanças da matéria causadas por um agente unidirecional e explicadas a partir da modificação das características externas. Mudanças causadas por vários agentes que somam seus efeitos.

### Interação

A matéria é concebida como um sistema de partículas que interagem.

## QUADRO 6.5

### Interpretação da matéria como um sistema de partículas em interação

<p>Fatos e dados dos quais o aluno parte e que o levam a adotar determinadas crenças</p>	<p>Crenças do aluno</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- A matéria é tal como a vemos: contínua e estática. O repouso é seu estado natural e não existe vazio.</li><li>- Basta uma descrição macroscópica para explicar as características da matéria, embora, às vezes, seja possível recorrer às partículas.</li><li>- Se a matéria está constituída por partículas, estas devem ter as mesmas propriedades que o sistema ao qual pertencem.</li><li>- Se as partículas explicam o comportamento da matéria, quando esta sofre uma mudança suas partículas devem experimentar a mesma mudança.</li><li>- Quanto mais parecidas forem as substâncias inicial e final, menor será a mudança atribuída às partículas.</li></ul>
<p>Causalidade linear e unidirecional</p>	<p>Relações causais que o aluno estabelece</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- As mudanças que a matéria experimenta estão determinadas pela mudança de suas características externas.</li><li>- As mudanças que as partículas sofrem coincidem com as mudanças macroscópicas da substância estudada (cor, estado físico, aspecto, etc.).</li><li>- As partículas somente podem sair de seu estado natural, o repouso, quando houver um agente que provoque a mudança.</li><li>- As mudanças nas partículas são causadas por um agente externo. Quanto à interação entre elas, é unidirecional: uma partícula provoca a mudança da outra.</li></ul>

# A natureza da matéria como um sistema de interação entre partículas

- **A matéria tem uma natureza descontínua.**
  - **A matéria é formada por partículas**
  - **Entre as partículas não há absolutamente nada, vazio.**
- **A matéria é formada por partículas (átomos, moléculas, íons) que estão em contínuo movimento e interação.**
- **As partículas podem se combinar para dar lugar a estruturas mais complexas.**
- **As interações entre as partículas provocam mudanças em seu movimento ou nas associações entre as partículas, que são responsáveis pelas mudanças macroscópicas da matéria.**



Noções necessárias para explicar e descrever:

- *A **estrutura e as propriedades** dos diversos estados da matéria (sólido, líquido e gás).*
- *As **mudanças** (físicas ou químicas) da estrutura da matéria.*

**NÃO SE TRATA SIMPLEMENTE DE ENSINAR DIRETAMENTE ESTAS IDEIAS (PRINCÍPIOS), MAS DE ENSINAR (FALAR) SEMPRE ESTES PRINCÍPIOS NOS DIFERENTES CONTEXTOS EM QUE SE APLICAM. USA-LOS PARA INTERPRETAR E EXPLICAR OS DIFERENTES PROCESSOS ESTUDADOS. ENSINAR OS PEINCÍPIOS DE FORMA INDUTIVA!**

# A natureza da matéria como um sistema de interação entre partículas

- Dificuldade para interpretar as interações entre as partículas:
  - A compreensão do movimento intrínseco das partículas.
  - O mecanismos explicativos das mudanças da matéria.
  - A descontinuidade da matéria e a ideia de vazio
  - A representação dos diferentes estados da matéria



### Movimento intrínseco

Não se diferenciam entre o movimento das partículas (nível microscópico) e o movimento do material do qual elas fazem parte (nível macroscópico).

sólidos → As partículas de que são constituídos estão sempre em repouso.

líquidos → Suas partículas movimentam-se somente quando há um agente externo para causar o movimento.

gases → Suas partículas movimentam-se sempre.

### Mecanismo explicativo

O mecanismo atribuído à mudança depende do número de substâncias que participam no sistema.

duas ou mais substâncias (reações e dissoluções)

→ É aceita a interação entre partículas das duas substâncias. De modo geral, uma delas é o agente que provoca a mudança na outra.

uma substância (mudança de estado e dilatação)

→ As partículas experimentam a mesma mudança que ocorre no nível macroscópico.

### Descontinuidade e vazio

Concepção contínua da matéria a partir do seu aspecto físico.

sólidos → Entre as partículas não há nada ou há mais partículas da mesma substância.

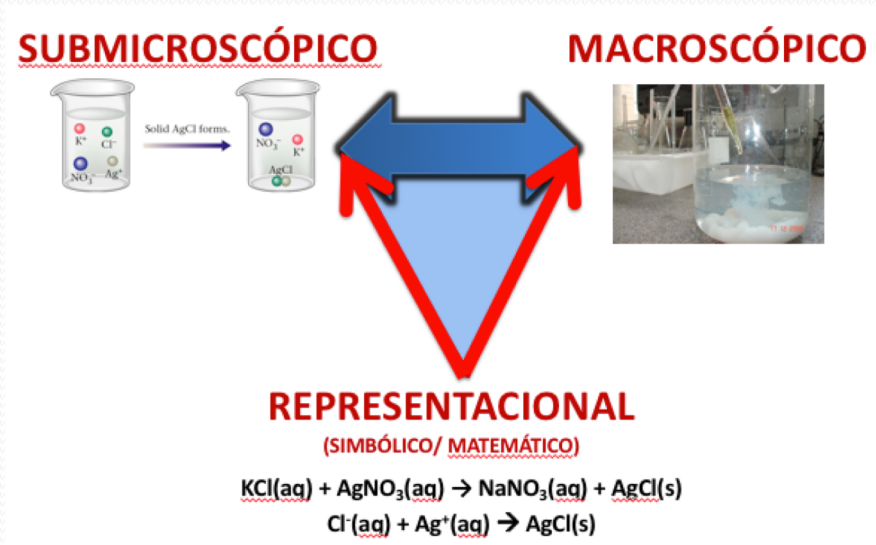
líquidos → Surgem diversas ideias em função de seu aspecto ou das ideias sobre a substância concreta (por exemplo, a água).

gases → Entre as partículas há ar.

# A representação dos diferentes estados da matéria

- Teoria cinético-molecular: permite explicar os diferentes estados de agregação como diversos estados de um mesmo modelo.
- Teorias implícitas dos alunos: cada estado de agregação é explicado por um modelo diferente.

Quadro 6.8





## QUADRO 6.7

### Exemplos de questões sobre estrutura da matéria com formato descritivo e explicativo

#### Exemplo de questão com um nível de resposta descritivo

Temos um recipiente cheio de ar em que colocamos um balão na boca. Aquecemos o recipiente e vemos como o balão vai enchendo. Por que você acha que o balão encheu?

- A. As partículas de ar estão mais separadas umas das outras e por isso ocupam mais espaço.
- B. Com o calor o ar dilata e ocupa mais espaço, por isso o balão enche.
- C. Com o calor o ar concentra-se na parte de cima, no balão.
- D. As partículas de ar dilatam-se com o calor e, ao aumentar de tamanho, precisam de mais espaço.

#### Exemplo de questão com um nível de resposta explicativo

Quando deixamos uma bola ao sol observamos que com o passar do tempo ela fica mais cheia. Por que você acha que isso acontece?

- A. Porque com o calor as partículas de ar que estão dentro da bola se movimentam mais depressa, ocupam mais espaço e a bola enche.
- B. Porque com o calor o ar presente no interior da bola sofre uma dilatação, ocupando mais espaço, e a bola enche.
- C. Porque o calor faz com que aumente a quantidade de ar que há no interior da bola e por isso ela está mais cheia.
- D. Porque com o calor as partículas de ar que estão dentro da bola dilatam, precisam de mais espaço e por isso a bola enche.

As duas questões estão construídas de modo que correspondam às quatro opções com quatro categorias de resposta definidas: *A. Resposta microscópica correta. B. Resposta macroscópica correta. C. Resposta macroscópica incorreta. D. Resposta microscópica incorreta.*

# A conservação das propriedades não observáveis da matéria

p. 157 até 169

# A mudança conceitual na aprendizagem da química

## PRINCÍPIOS CONCEITUAIS

Marco em que são inscritos os conceitos envolvidos

*A conservação das propriedades da matéria*

### **Mudanças sem conservação**

Só muda aquilo que vemos que se modifica. Há necessidade de explicar o que muda, mas não o que permanece.

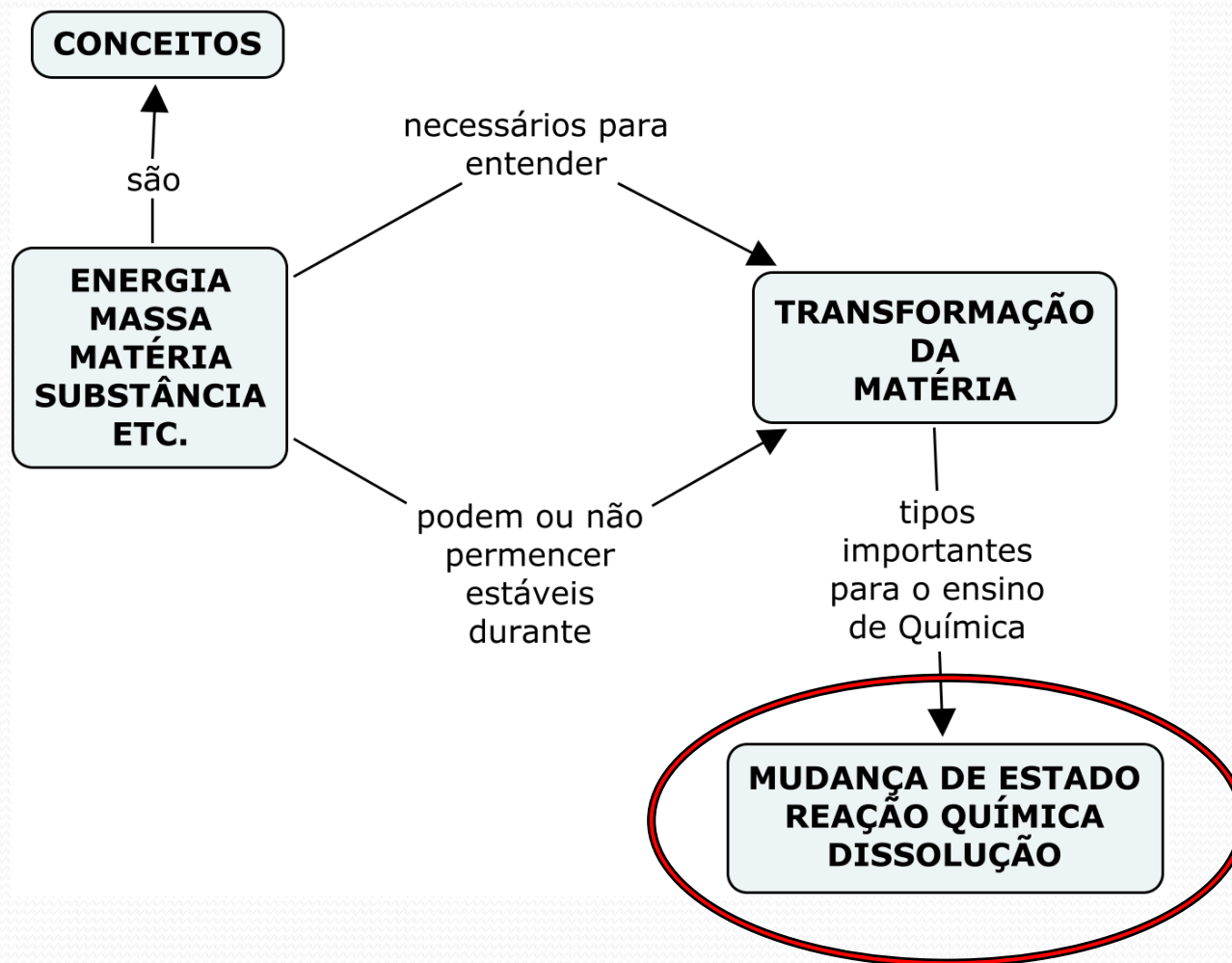
### **Mudanças com conservação**

Aceita-se a conservação de propriedades não observáveis depois de uma mudança unidirecional causada por um agente externo.

### **Conservação e equilíbrio**

Mudanças interpretadas em termos de interação entre partículas ou sistemas, o que leva à conservação de propriedades não observáveis e ao equilíbrio.

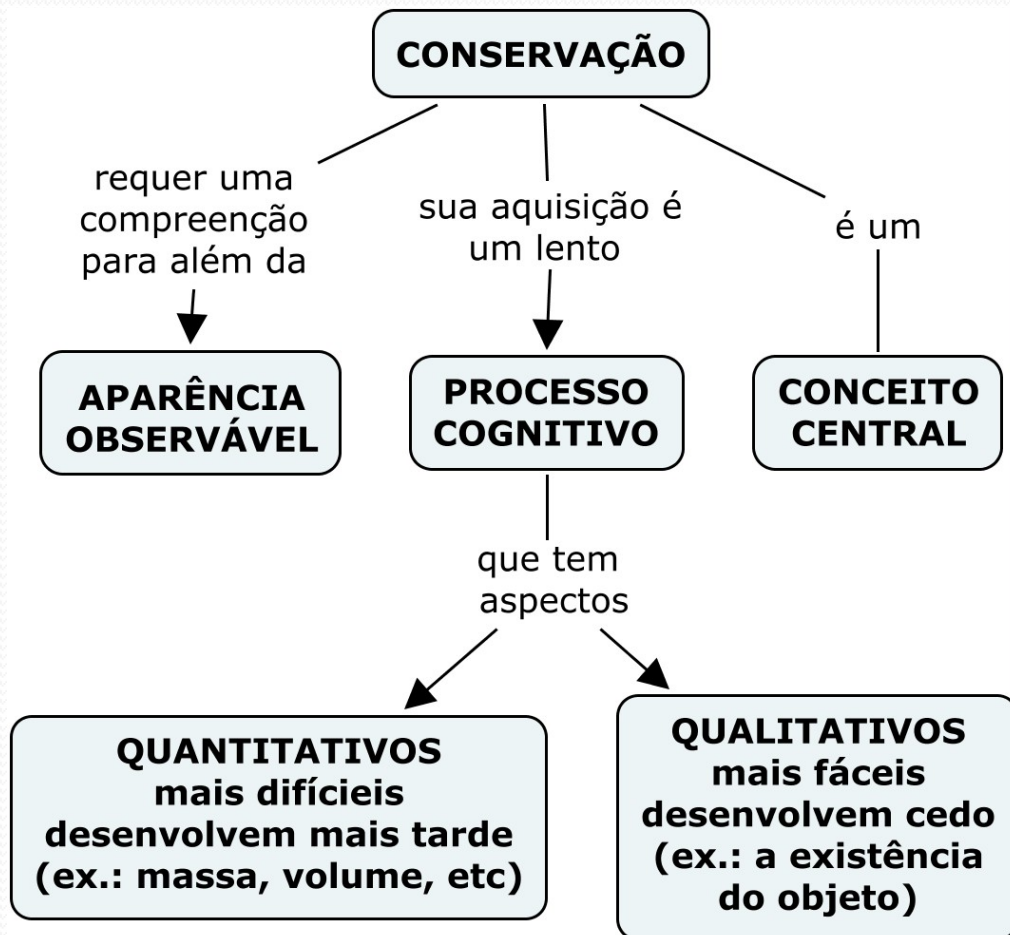
# A conservação das propriedades não observáveis da matéria



# A conservação das propriedades não observáveis da matéria

- **Modelo** fundamental para a Química
  - VISÃO GERAL A SER ATINGIDA
    - *“As transformações da matéria como um processo de interação entre partículas que tende a um estado de equilíbrio dinâmico.”*
- Para isso o aluno precisa compreender que em uma **mudança aparente** da matéria (transformação: ebulição, combustão, dissolução, etc.) há certas **entidades conceituais** (energia, massa, matéria, etc.) que frequentemente **permanecem constantes** durante o processo.

# A conservação das propriedades não observáveis da matéria



- A ideia da **CONSERVAÇÃO** do que *não é observável*.

- é importante para o desenvolvimento do *pensamento científico*

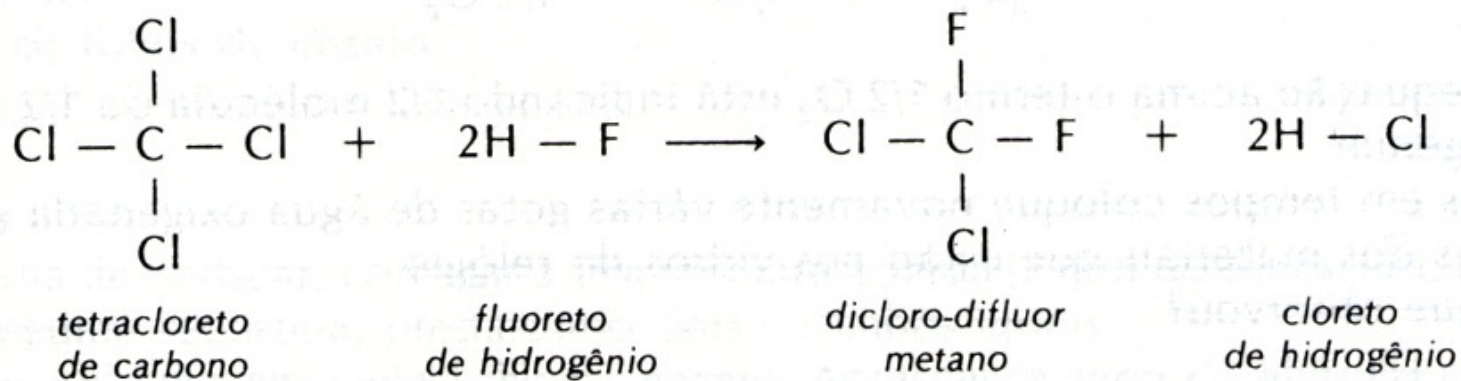
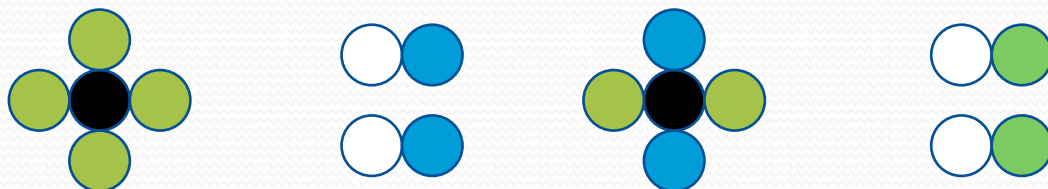
- só há sentido como relações entre conceitos (massa, substância, matéria, etc) dentro de um *modelo*.

- modelo corpuscular de interação da matéria

# A conservação das propriedades não observáveis da matéria

- MUDANÇAS FÍSICAS (mudanças de estado físico)
  - Não muda a **estrutura microscópica** (*conservação da identidade*)
  - Há rompimento das **ligações intermoleculares** (menor **energia**)
  - Não muda a identidade da **substância**
    - As substâncias **se conservam**
- MUDANÇAS QUÍMICAS (transformações da matéria)
  - Muda a **estrutura microscópica** (*não há conservação da identidade*)
  - Há rompimento de **ligações intramoleculares** (maior energia)
  - Muda a identidade da **substância**
    - As substâncias **não se conservam**

**QUANTOS CONCEITOS ESTÃO ENVOLVIDOS NESSA DIFERENCIAÇÃO?**  
**QUAL A NATUREZA DOS MESMOS?**  
**QUAL A NATUREZA DAS **INTERAÇÕES** ENVOLVIDAS?**



**SÃO CONSERVADOS**  
 ÁTOMOS (matéria)  
 MASSA

**NÃO SÃO CONSERVADOS**  
 SUBSTÂNCIAS  
 LIGAÇÕES QUÍMICAS

**SUBMICROSCÓPICO**      **MACROSCÓPICO**

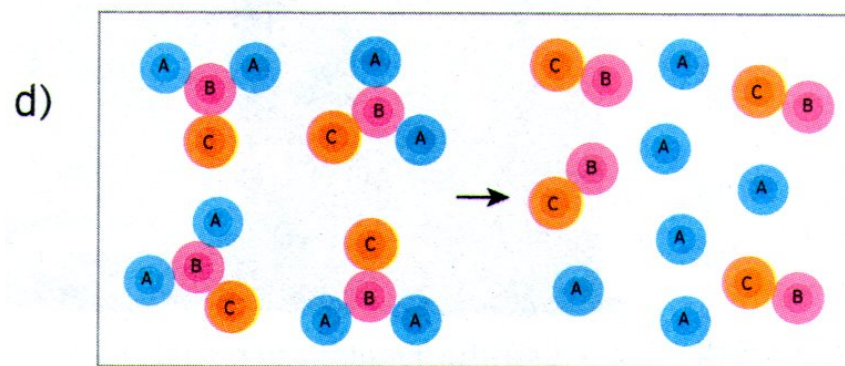
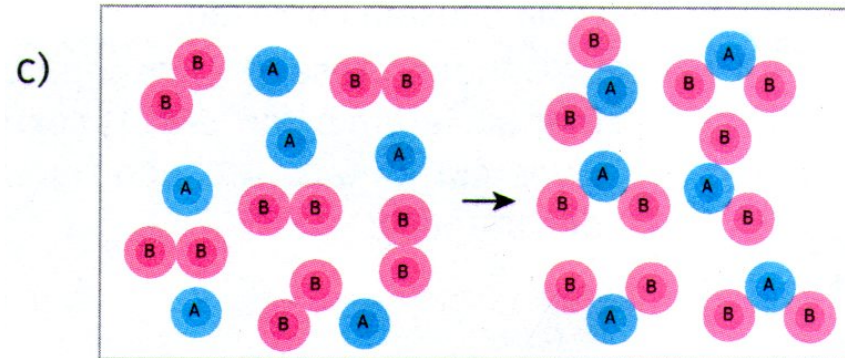
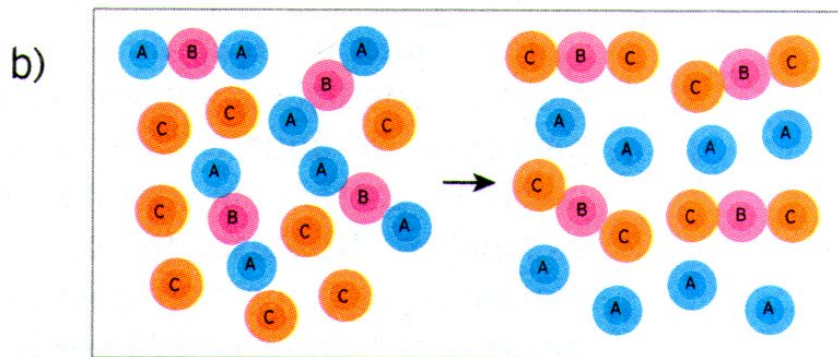
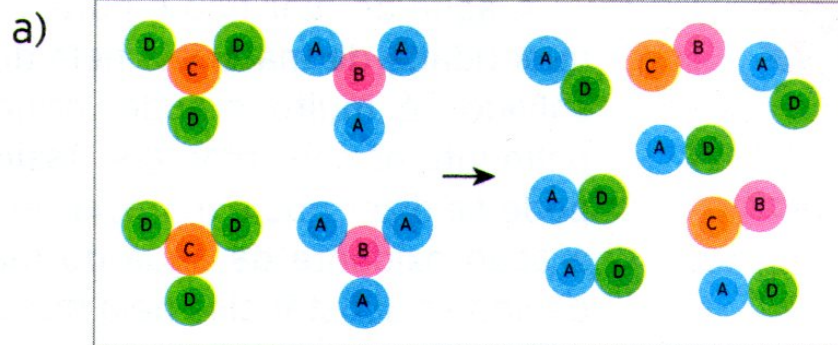
**REPRESENTACIONAL**  
 (SIMBÓLICO/ MATEMÁTICO)

$$\text{KCl}(\text{aq}) + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{AgCl}(\text{s})$$

$$\text{Cl}^-(\text{aq}) + \text{Ag}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$$



17. Classifique cada uma das reações representadas pelos esquemas a seguir.



# A conservação das propriedades não observáveis da matéria

- Em uma reação química:
  - As **substâncias** não se conservam
  - As **massas** (propriedades das substâncias) se conservam (*para sistemas fechados*)
    - São dois fatos relacionados
    - Dependem de mudanças na estrutura microscópica.
- Dificuldades:
  - Para os alunos são dois problemas diferentes .
  - Os alunos explicam as mudanças e não os estados.
  - Os alunos prestam atenção no que se transforma (aspectos observáveis) não no que se conserva.
    - O que se conserva muitas vezes não é observável

# A conservação da matéria

A evolução das teorias sobre a conservação das matérias é apresentada no quadro 6.11 p. 160.


**MUDANÇA SEM CONSERVAÇÃO**



**MUDANÇA COM CONSERVAÇÃO**



**CONSERVAÇÃO E EQUILÍBRIO**

- 
- aumenta a demanda cognitiva
  - aumenta o grau de dificuldade
  - é dependente da idade dos alunos
  - é dependente da experiência do aprendiz com o conteúdo

### QUESTÃO 1 (solução em contexto químico)

O desenho mostra um copo que contém exatamente 50 gramas de água e uma substância química de cor branca (cloreto de potássio, KCl), cuja massa é exatamente 5 gramas. Se jogamos o cloreto de potássio na água e mexemos até que dissolva totalmente, obtemos uma dissolução transparente.

Qual você acha que será, agora, o peso do conteúdo do copo?

- A. 50 gramas.
- B. Um valor compreendido entre 50 e 55 gramas.
- C. 55 gramas.
- D. Mais de 55 gramas.



### QUESTÃO 2 (solução em contexto de vida cotidiana)

O desenho mostra um copo que contém 40 gramas de água e 6 gramas de café solúvel.

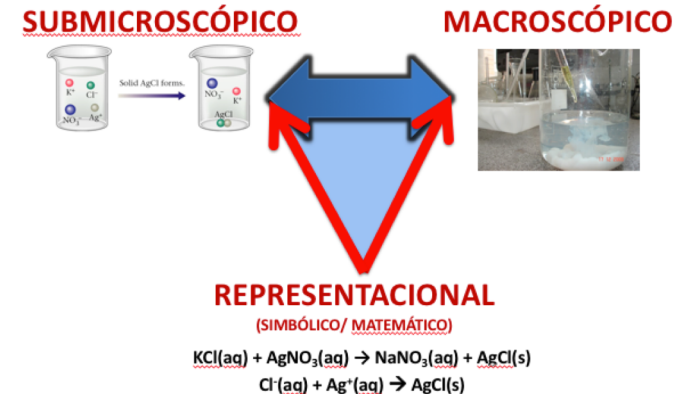
Se colocamos o café na água e mexemos até que dissolva totalmente, obtemos uma solução de cor escura. Quanto você acha que vai pesar agora o conteúdo do copo?

- A. 40 gramas.
- B. Um valor compreendido entre 40 e 46 gramas.
- C. 46 gramas.
- D. Mais de 46 gramas.



## Figura 6.2

Exemplos de questões sobre conservação da massa.  
Pozo e colaboradores, 1993

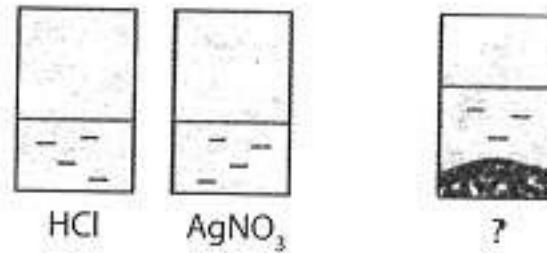


### QUESTÃO 1 (Reação química em contexto químico)

Temos dois copos, A e B, que contêm ácido clorídrico (HCl) e nitrato de prata (AgNO<sub>3</sub>), ambas as substâncias são líquidos transparentes.

Ao derramar A sobre B e agitar, ocorre uma reação química. No fundo do copo aparece uma substância sólida de cor branca. O que você acha que ocorreu?

- A. Uma das duas substâncias mudou e transformou-se no sólido branco.
- B. O sólido branco continua sendo as substâncias A e B concentradas no fundo do copo, apenas mudaram de aspecto.
- C. Houve uma interação entre as substâncias A e B para formar uma substância diferente, o sólido branco.
- D. O sólido branco continua sendo as substâncias A e B concentradas no fundo do copo, mas a quantidade é diferente.
- E. A e B não estão mais no copo. O sólido branco é algo que estava misturado com elas ou que já estava no copo inicialmente.



### QUESTÃO 2 (Mudança de estado em contexto de vida cotidiana)

Na figura temos um frasco de vidro que contém vapor de água.

Introduzimos o frasco no congelador da geladeira para que esfrie. Retiramos o frasco após um tempo e observamos que agora há um sólido (gelo) depositado nas paredes e no fundo. O que você acha que ocorreu com o vapor?

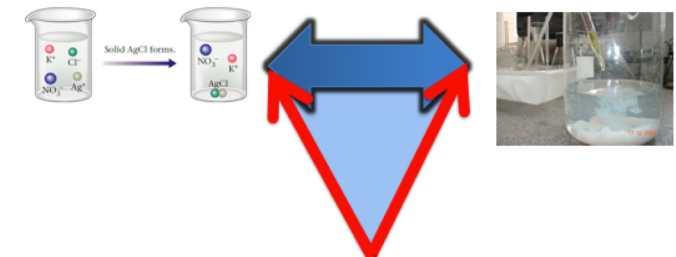
- A. O vapor e o gelo são a mesma substância, mas agora temos uma quantidade diferente.
- B. O vapor transformou-se em uma nova substância totalmente diferente, o gelo.
- C. O vapor desapareceu, o gelo já estava dentro do frasco.
- D. O vapor e o gelo são a mesma substância, houve apenas uma mudança de aspecto.
- E. Houve uma interação entre o vapor e o ar para formar uma substância diferente, o gelo.



## Figura 6.1

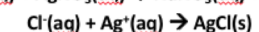
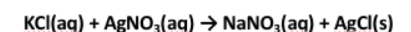
Exemplos de questões sobre conservação da substância.  
Pozo e colaboradores, 1993

**SUBMICROSCÓPICO** **MACROSCÓPICO**



**REPRESENTACIONAL**

(SIMBÓLICO/ MATEMÁTICO)



## QUADRO 6.12

### Cinco categorias para analisar as ideias sobre conservação da substância

As cinco categorias de resposta utilizadas para analisar as concepções dos alunos sobre conservação da substância, especificadas a partir das descritas por Andersson (1986; 1990), são as seguintes:

Interação (I) – As substâncias interagem para formar uma nova (resposta correta para as questões de transformação química).

Deslocamento (D) – As substâncias aparecem ou desaparecem depois da mudança.

Transmutação (T) – Uma substância transforma-se em outra sem necessidade de interação.

Modificação com identidade (MI) – A substância modifica sua aparência, mas continua sendo a mesma (resposta correta para os itens de mudança física).

Modificação da quantidade (MQ) – A substância continua sendo a mesma, mas varia sua quantidade.

Um exemplo de como são utilizadas na elaboração de diferentes questões é o seguinte, aplicado a uma reação química em um contexto da vida cotidiana:

Temos um prego de ferro que deixamos ao ar livre, sem nenhum tipo de proteção. Depois de um certo tempo, observamos que ele oxidou e aparece coberto com uma camada vermelho escuro, com aspecto de pó. O que você acha que aconteceu com o ferro do prego?

1. A substância continua sendo ferro. O pó vermelho é algo que havia dentro do prego e que saiu para fora. (D)
2. A substância continua sendo ferro, que mudou de cor. (MI)
3. O ferro transformou-se em uma substância nova e diferente, de cor vermelha. (T)
4. Houve uma interação entre o ferro e o ar para formar uma substância diferente. (I)
5. A substância continua sendo ferro, mas agora há uma quantidade diferente. (MQ)

# Conservação: aspectos do aprendizado

	MUDANÇA DE ESTADO	REAÇÃO QUÍMICA	DISSOLUÇÃO
<b>CONSERVAÇÃO DA MASSA</b>	É mais difícil entender em uma idade precoce	Nível intermediário de dificuldade com a idade	É entendida mais facilmente em uma idade precoce.
	O contexto do problema (cotidiano ou químico) tem pouca influência	O contexto do problema (cotidiano ou químico) tem pouca influência	É mais fácil no contexto químico que no cotidiano
<b>CONSERVAÇÃO DA SUBSTÂNCIA</b>	É entendida mais facilmente em uma idade precoce.	É mais difícil entender em uma idade precoce	Mais difícil de compreender Nível intermediário de dificuldade com a idade
			É mais difícil no contexto químico do que no contexto cotidiano