

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DA UFRPE**  
**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE**  
**NACIONAL - PROFQUI**

**USO DE ANEDOTAS PARA COMPREENSÃO DO**  
**CONCEITO DE DENSIDADE**

# **PRODUTO DIDÁTICO**

## **ANEXO**

**MESTRANDO: SAULO FRANÇA OLIVEIRA**  
**ORIENTADORA: DRA. EDÊNIA MARIA RIBEIRO DO AMARAL**

Recife  
2020

## PRODUTO GERADO EM ANEXO

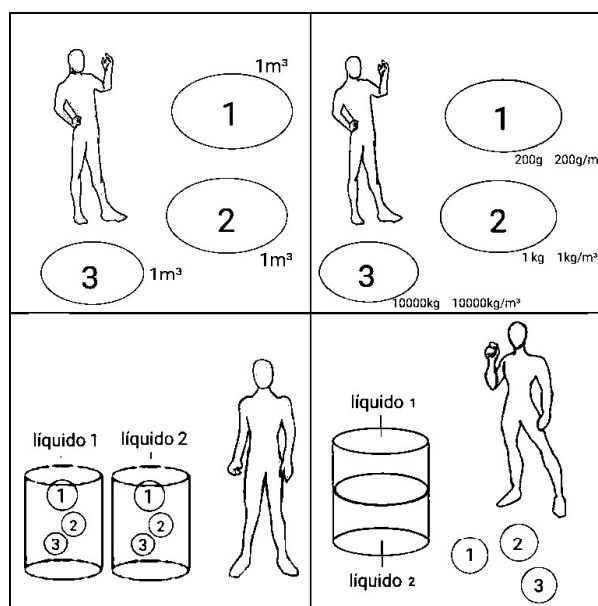
Apresentação:

“Diga-me e eu esquecerei. Mostre-me, e eu me lembro. Me envolva e eu entenderei”. O filósofo chinês Confúcio (551 aC - 479 a.C) tinha um entendimento claro até então sobre o que é importante para garantir o sucesso no processo de aprendizado e memorização por longo prazo. Embora seja impossível renunciar o ensino da teoria seca, é somente através do uso de auxiliares práticos que os aspirantes a química podem começar a realmente internalizar e compreender completamente seus conceitos.

Foi por isso que esse recurso prático foi desenvolvido. Trata-se de uma anedota na forma de Narrativa de Ficção que poderá auxiliar professores a ensinar química na escola. O recurso traz um roteiro básico escrito em cada cena, mas isso não impede, você que é professor, de construir seu novo próprio roteiro e aproveitar as cenas enquanto viaja, de maneira fictícia, pelas entranhas da estrutura da matéria. Nosso objetivo é que suas aulas de química se tornem mais democráticas com a utilização desse recurso. Essa anedota foi usada pela primeira vez para ajudar os estudantes a desenvolver seu repertório linguístico na química. Sinta-se a vontade para traçar seus próprios objetivos educacionais.

### NARRATIVA DE FICÇÃO - PRODUTO DIDÁTICO

CENA 1.



Trecho 1: o personagem observa três bolas, aparentemente iguais. Ele resolve pesar as três bolas e constata que possuem massas diferentes. O personagem ainda faz um ensaio de flutuação e coloca as bolas para flutuar e nota que, apesar de serem muito semelhantes, algumas flutuam e outras afundam. Constata ainda que dentre as que flutuam, essas são exibem a mesma capacidade de flutuação. As bolas são postas para flutuarem em um líquido cujas informações sobre sua natureza são desconhecidas. As bolas foram numeradas de 1 a 3, para que pudessem ser acompanhadas durante as cenas. As massas encontradas para as bolas seguem a ordem:

$$M3 > M2 > M1$$

Legenda:

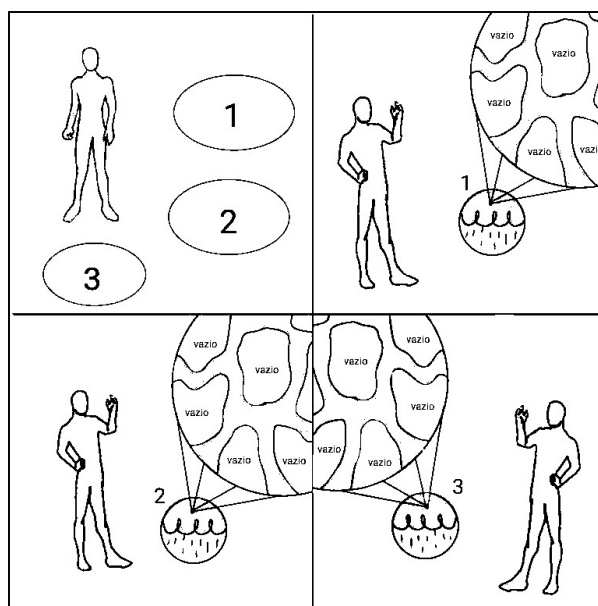
M1 = massa da bola 1

M2 = massa da bola 2

M3 = massa da bola 3

As bolas são semelhantes da composição que se vê e nos tamanhos.

CENA 2.

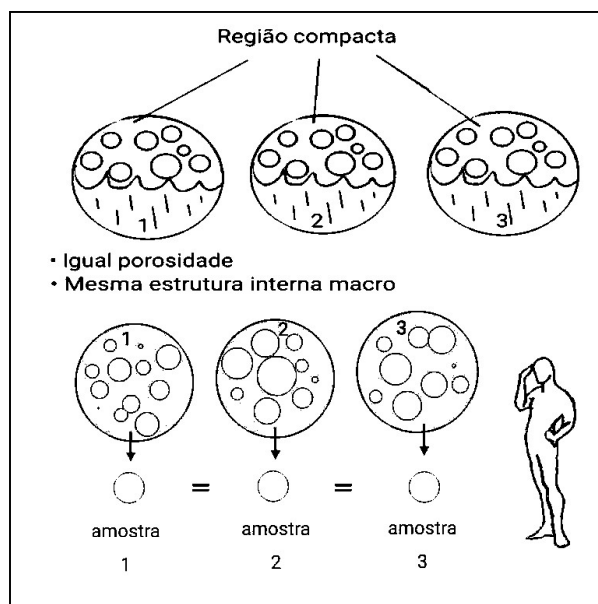


Trecho 2: As bolas são de mesmo tamanho. O personagem fica inquieto e deseja conhecer sua composição interna, para descobrir porque tem massas diferentes. As bolas possuem uma capa. O personagem resolve descascar as bolas e nota e internamente possuem composição também semelhante. As bolas possuem internamente uma estrutura porosa. Para ambas as bolas a estrutura porosa é muito parecida. Na prática o número de poros é o mesmo. Entre poros há uma parte rígida e sólida. No geral os corpos possuem mesma porosidade e mesma estrutura da parte mais compacta. Isso provoca inquietações:

- 1) As bolas são iguais
- 2) As bolas tem massas diferentes
- 3) As bolas flutuam de modo diferente

Ou seja, os corpos podem ser muito parecidos. Mas o que os define não são suas características externas somente. Mas sim, o que tem dentro deles, do que são feitos. O não basta apenas encher o que tem dentro e que é visível. O que distingue a gente não consegue vê.

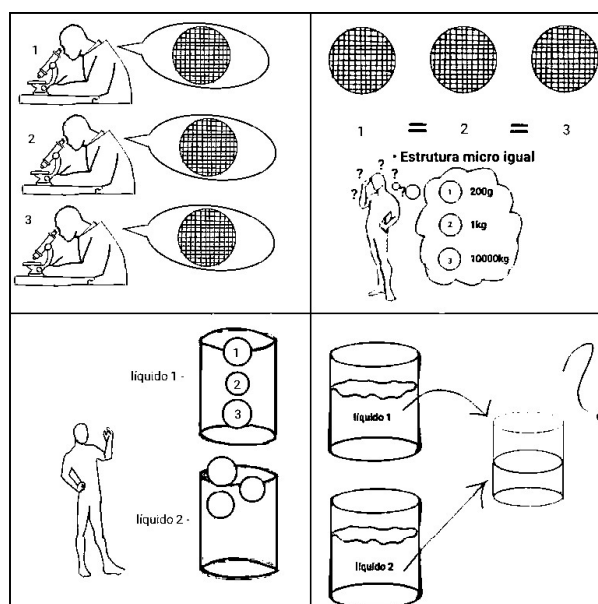
## CENA 3.



Trecho 3: Nosso personagem resolve explorar a região mais compacta das bolas. A região porosa é a mesma. A região compacta parece ser constituída por materiais diferentes. O design da estrutura macro das bolas a olho nú é bem parecida. Mas a diferença está no material que são constituídas. O personagem resolve investigar dentro da estrutura compacta para entender as razões da diferenças.

Nosso personagem resolve coletar amostras de cada bola. Para isso cava suas superfícies para tirar de cada uma um pedaço da região interna mais compacta. Ao tirar um pedaço de cada uma, nota que ate essas amostras internadas são parecidas.

## CENA 4.



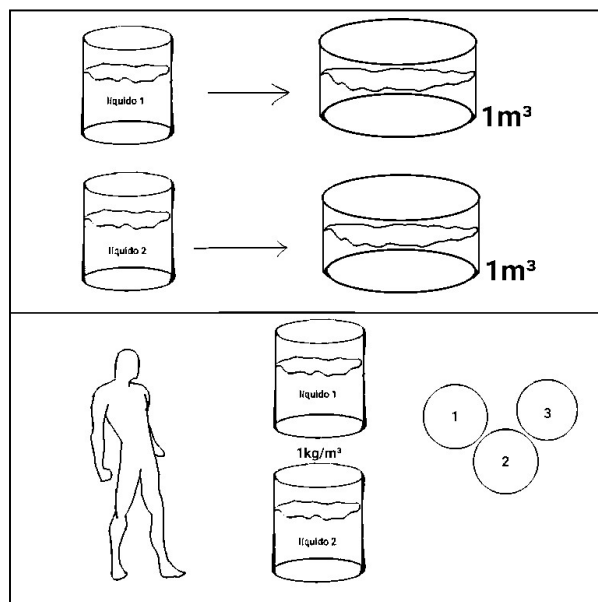
Trecho 4: com auxílio de um microscópio, lâminas de cada amostra são analisadas. O material também é transformado em pó, e colocado sob a lente do microscópio. O microscópio é muito útil para encher coisas pequenas. O microscópio consegue enxergar uma célula e alguns tipos de bactérias. Mas não mais que isso.

O material referente a cada bola é analisado. Um a um. Anotações são feitas e uma foto da imagem projetada no visor do microscópio é printada.

Nosso personagem fica surpreso. Mesmo ao microscópio é impossível notar grandes diferenças nos materiais. A diferença estava em algo menor. Mas o que?

Ainda faz um novo ensaio. Coloca as bolas em 2 líquidos diferentes para flutuarem. Repete o ensaio de flutuação no mesmo líquido usado no início, chamado de líquido 1, e faz novo ensaio, agora no líquido 2. Nota que a capacidade de flutuação das bolas havia mudado. No líquido 2 todas flutuavam.

#### CENA 5.



Trecho 5: neste momento nosso personagem já havia feito 2 observações importantes.

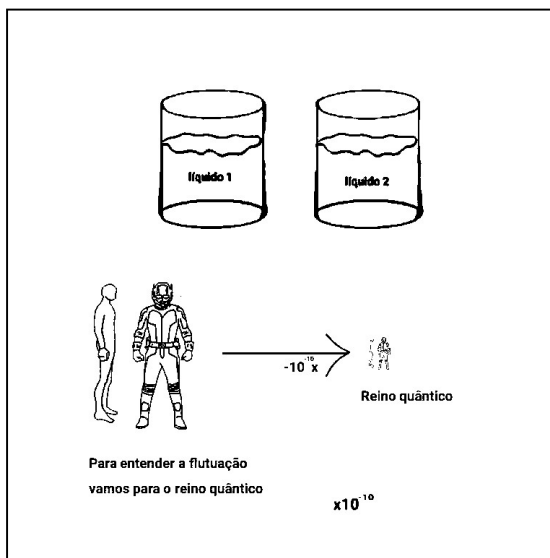
- 1) Bolas de mesmo tamanho e com estrutura interna semelhante podem ter massas diferentes.
- 2) A diferença entre os objetos não está exatamente do que vemos. Mas no que existe por dentro. A parte interna é importante para entender as propriedades dos materiais.

Após fazer o ensaio de submersão e notar que a capacidade de flutuação das bolas não depende só delas, mas também do lugar que estão, nosso personagem resolve analisar brevemente os líquidos onde as bolas foram mergulhadas. Para isso, primeiro separa 1m³ de cada líquido, volume exatamente igual ao das bolas, e pesa. Estranhamente nota que quando se compara volumes iguais de líquidos diferentes, esses podem ter valores de massas diferentes. O personagem constatou que o líquido 1, caso tivesse mesmo volume das bolas, ele teria massa exatamente igual ao da bola 2, maior que o da bola 1, e menor do que a bola três. A bola 1 flutua na superfície, a bola 2 flutua no seu interior e a bola três submerge ao fundo. Porque isso acontece, até a agora não se sabe. Tudo que se sabe é que a estrutura interna não visível pode estar por trás de

todos esses acontecimentos.

---

CENA 6.



Trecho 6: para obter respostas as suas indagações, nosso personagem resolve se encontrar com o lendário homem formiga.

O homem formiga era o ator Scott Lang. Ele possuía algo conhecido como partículas Pym, substância capaz de alterar seu tamanho e provocar uma redução de  $x10^{-10}$ . O homem formiga havia voltado do mundo quântico e conhecia bem a natureza interna da matéria.

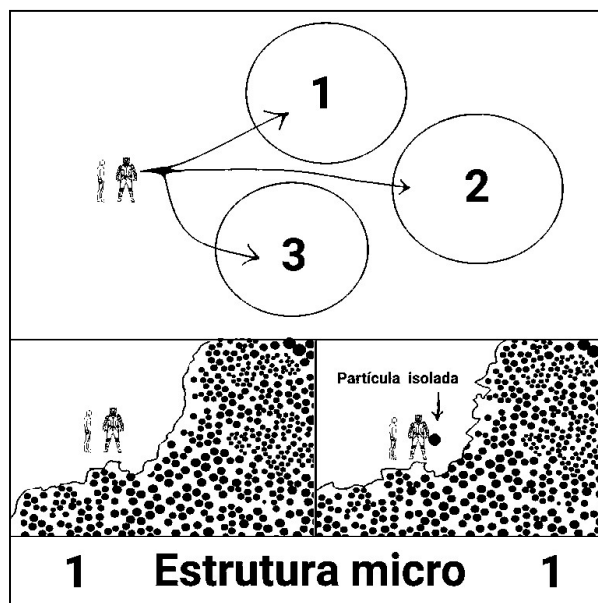
Ao se encontrar com o homem formiga, nosso personagem conta sua história. O homem formiga resolve ajudá-lo. Nosso personagem engole algumas partículas Pym, e assim como o homem formiga tem seu tamanho reduzido.

Após esta transformação eles seriam capazes de navegar nas estranhas estruturas da matéria e observar com seus próprios olhos o que explicava o fato de alguns materiais serem tão parecidos e possuírem propriedades tão diferentes, como massa e capacidade de flutuação.

---

---

CENA 7.

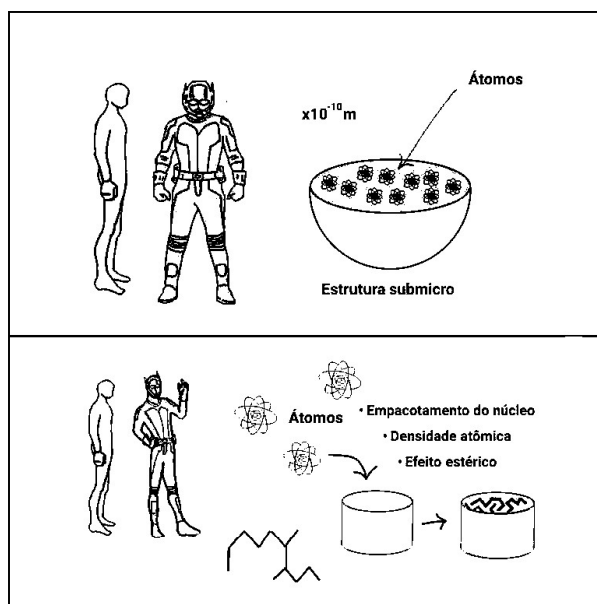


Trecho 7: após reduzir de tamanho, nosso personagem junto com o homem formiga, mergulha dentro das bolas. Explora uma de cada vez. Ele fica surpreso com o que vê.

Cada bola é constituída na verdade por bilhões de bolas menores, ligadas uma as outras por algum tipo de força. Essas bolas menores eram formadas por outras ainda menores que se conectavam, formando pequenos ramos. Essas bolas minúsculas eram os átomos, e esses ramos as moléculas. Cada átomo tinha uma composição particular em seu núcleo e sua eletrôsfere.

As bolas menores, essas da figura ao lado, eles compostas por várias moléculas. Essas bolhas se empilhavam formando a estrutura interna do material. Nosso persogame viu de perto, junto com o homem formiga cada detalhe interno, de cada bola, separadamente.

## CENA 8.



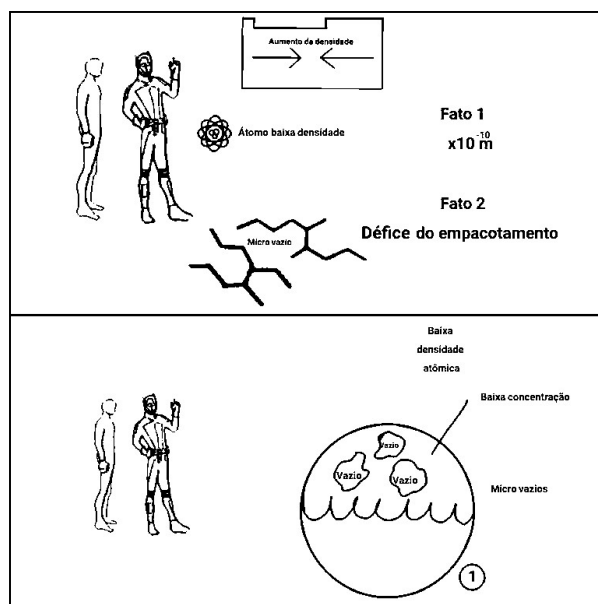
Trecho 8: apesar na estrutura interna ser semelhante, essa era formada por átomos diferentes, que diferiam quando seu seu número atômico, empacotamento do núcleo. As unidades moleculares observadas também eram diferentes. Alguns eram lineares e isso permitiam maior compactação. Outras, por outra lado, tinham uns ramos que atrapalhavam o encaixe. Nisso sobrava espaço. As bolas mais pesadas, por coincidência, tinham uma estrutura interna com átomos que possuem núcleos mais compactos, e moléculas mais ajustadas e próximas umas das outras.

Nesse momento, quando o volume era igual, era válido os seguintes aspectos para explicar as massas diferentes:

- i) Estrutura dos átomos constituintes
- ii) Capacidade de empacotamento das moléculas.



## CENA 9.



Trecho 9: A composição de cada bola foi analisada separadamente.

Bola 1:

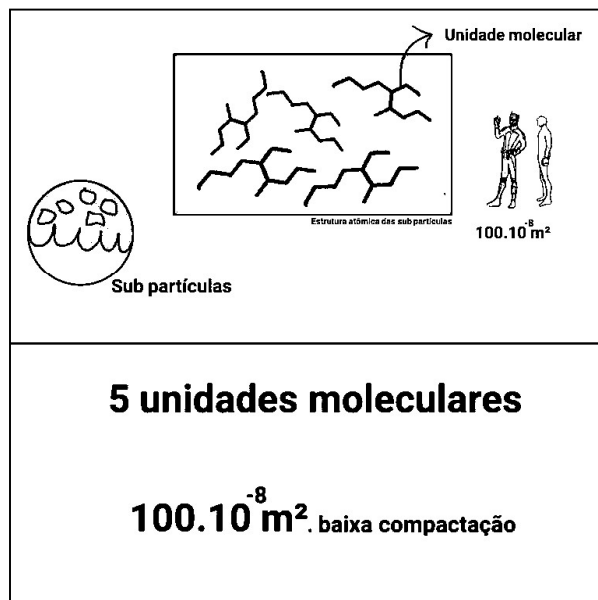
- 1) Átomos de baixa densidade. Longe do centro da tabela periódica;
- 2) Existência de micro espaços vazios e empacotamento ineficiente

Com relação ao tamanho da bola, havia muitos espaços, visíveis e invisíveis, que não eram ocupados por unidades moleculares. Quando eram ocupados, esses átomos não tinham tanta densidade.

Entenda a densidade atômica como dependente da estrutura do seu núcleo (empacotamento de prótons e nêutrons) e volume do átomo. A compactação das moléculas foi deficiente. Observe essas cadeias laterais das moléculas. Elas atrapalham a compactação.

Com tanto espaço vazio era fácil perceber porque a bola 1 era a mais leve.

CENA 10.



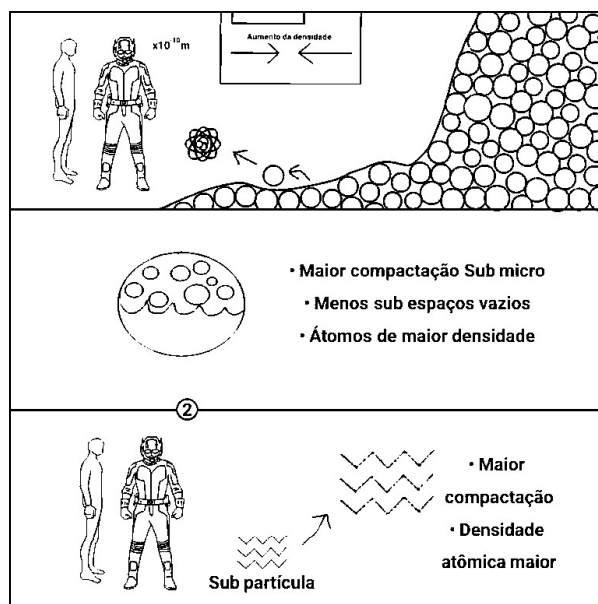
Trecho 10: A compactação é importante para entender porque corpos de mesmo tamanho podem ter massas e propriedades diferentes.

Considere essa área ao lado. Nela existem 5 unidades moléculas. Na verdade cabem mais unidades moleculares. O problema está no arranjo das moléculas. Elas não conseguem se aproximar tanto. Ao se aproximarem a ponto de tocarem umas nas outras, ainda assim continuam os espaços vazios.

Essa arrumação deficiente está associada a algo conhecida como efeito estérico. O efeito estérico se deve aos ramos laterais que atrapalham a compactação.

Ainda pontuamos que a compactação não depende apenas do tipo de molécula e de seu design, mas também dos átomos que são constituídas.

## CENA 11.



## Trecho 11: Análise da bola 2

Uma amostra da parte compacta da bola 2 foi analisada. O homem formiga e nosso personagem tiraram uma bolinha, que era composta de unidades moleculares.

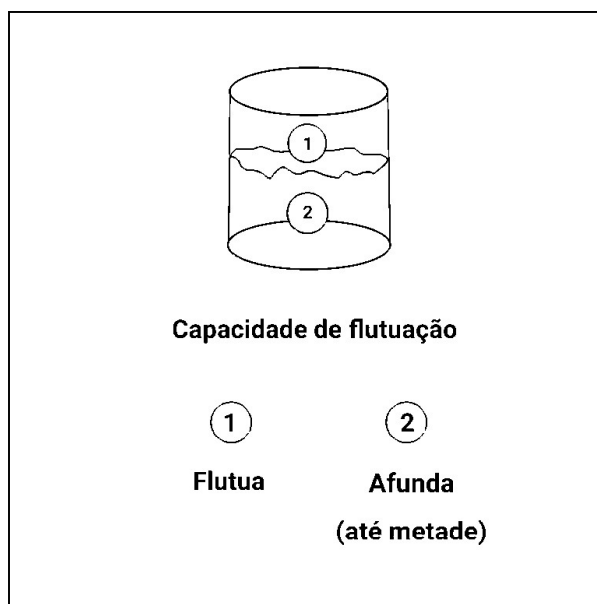
Diferente do ambiente anteriores, cada bola pequena continha mais unidades moleculares em um mesmo volume, o que configurava maior compactação.

Observe o desenho ao lado. As unidades moleculares não mais continham os ramos laterais. Isso ajudava a obter um arranjo mais compacto.

Cada átomo individual, por sua vez, tinha uma densidade superior aos átomos da bola 1. Nessa conjuntura era possível arranjar mais unidades moleculares em um mesmo espaço, quando comparado a bola 1. Lógico, isso influenciava na massa.

---

CENA 12.



Trecho 12: Tarefa de constatação:

- 1) Porque bolas de mesmo tamanho podem possuir massas diferentes?
  - 2) Porque a bola 2 pesa mais do que a 1?
  - 3) O que é compactação?
  - 4) Qual bola esta mais compacta?
-

CENA 13.

Como você acha que é a bolinha 3?

Faça um desenho de sua estrutura interna

Qual dos átomos à seguir pode fazer parte da sua estrutura?

Aumento da Densidade

Como você acha q é sua compactação?

I  $10^8 \text{ m}^3$

II  $10^5 \text{ m}^3$

Trecho 13:

- 5) Como você imagina que seja a estrutura da bola 3?
- 6) Observe a tabela ao lado e diga qual átomo pode fazer parte de sua composição.
- 7) Como deve ser a compactação da bola 3? Assinale a caixa ao lado.

---

CENA 14.

Considere o ambiente abaixo

Se mais unidades moleculares forem adicionadas no mesmo volume o que acontece com a compactação

Aumenta      Diminui

Não muda

Isso afeta a massa?

Sim      Não

Trecho 14:

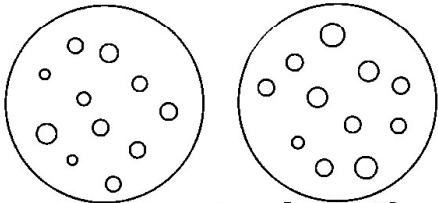
- 8) Se mais unidades moleculares forem adicionadas no mesmo espaço o que acontece com sua compactação? Marque a caixa ao lado.
- 9) Mais unidades moleculares do mesmo espaço. O que acontece com a massa, sabendo que o volume é fixo?
- 10) Isso afeta a flutuação?
-

CENA 15.

**Etimologia**

Densus = compactação  
 Idade = quantidade  
 Densus + Idade = Densidade

Quem tem maior densidade?



Empacotamento A = Empacotamento B

A  
 B  
 Depende: \_\_\_\_\_ (Explique)

Trecho 15:

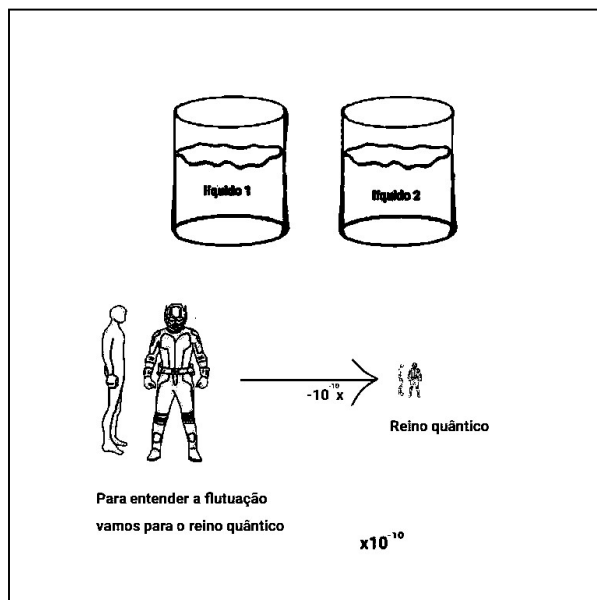
11) Observe o esboço ao lado. Analise as bolas e seus empacotamentos. Quem tem maior densidade?

A) \_\_\_\_

B) \_\_\_\_

C) DEPENDE, \_\_\_\_\_ (explique)

## CENA 16.



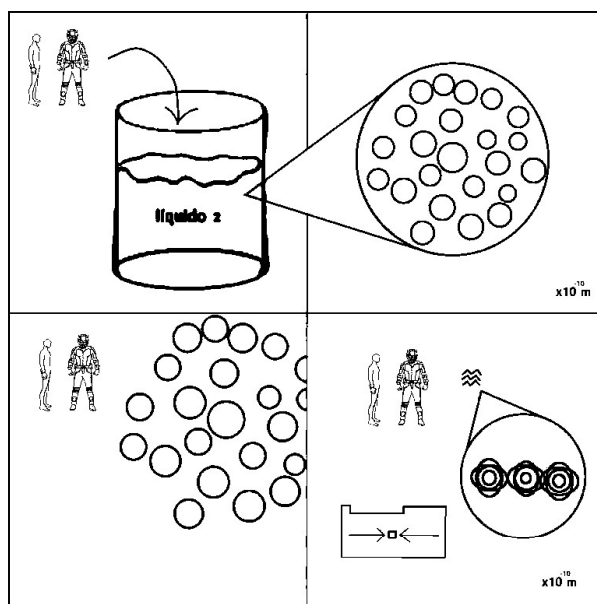
Trecho 16: Para entender o processo de flutuação, o porque uma partículas flutuam facilmente, enquanto outras não, o mundo quântico deve ser explorado novamente.

Nosso personagem e o homem formiga novamente reduziram  $\times 10^{-10}$  no seu tamanho.

Novamente estavam do tamanho de átomos e moléculas para conseguir entender o funcionamento de sua estrutura interna.



## CENA 17.

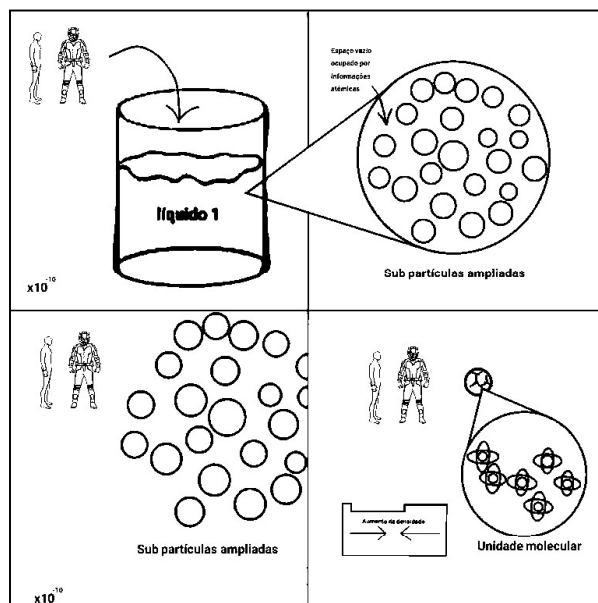


Trecho 17: O personagem e o homem formiga se surpreenderam ao constatar que a estrutura interna dos líquidos era igual ao dos materiais sólidos. A diferença é que as partículas exibiam certo movimento.

Na mesma forma que os sólidos hávia bolinhas pequenas, unidades moleculares e átomos. Foi notado que os átomos que compunham as unidades moleculares eram de elevada densidade, os mais densos conhecidos.

As unidades moleculares guardavam certa distância, essa distância era ocupada por interações invisíveis chamadas forças intermoleculares. Essas forças poderiam afertar também a compactação do material, otimizando ou não sua compactação.

## CENA 18.



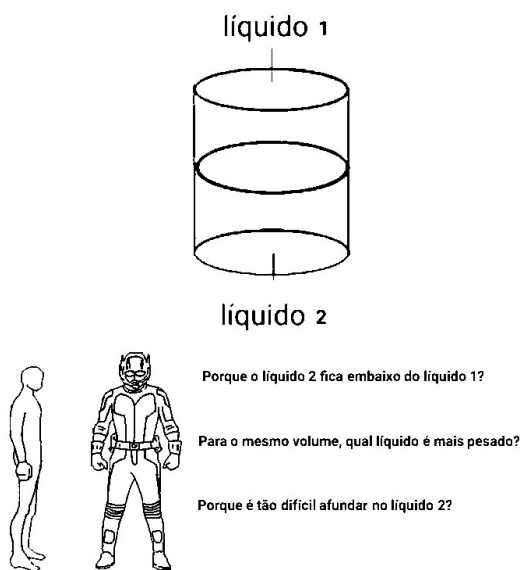
## Trecho 18:

Segue a estrutura interna do líquido 1.

Comparando com o líquido 2, temos:

- 1) Compactação ineficiente das partículas;
- 2) Átomos individuais com menor densidade
- 3) Presença de unidade moleculares com ramos laterais

CENA 19.

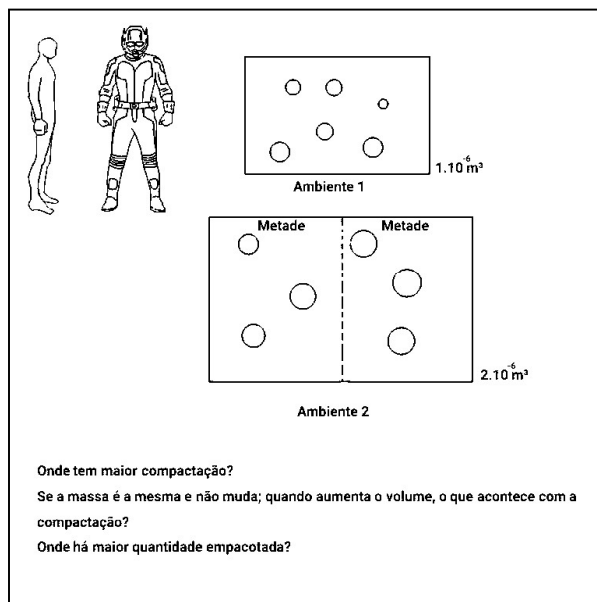


Quando são misturados os líquidos 1 e 2, o líquido 2 fica em baixo. Explique porque.

12) Para o mesmo volume de cada líquido, qual o mais leve?

13) Porque é tão difícil afundar no líquido 2?

CENA 20.

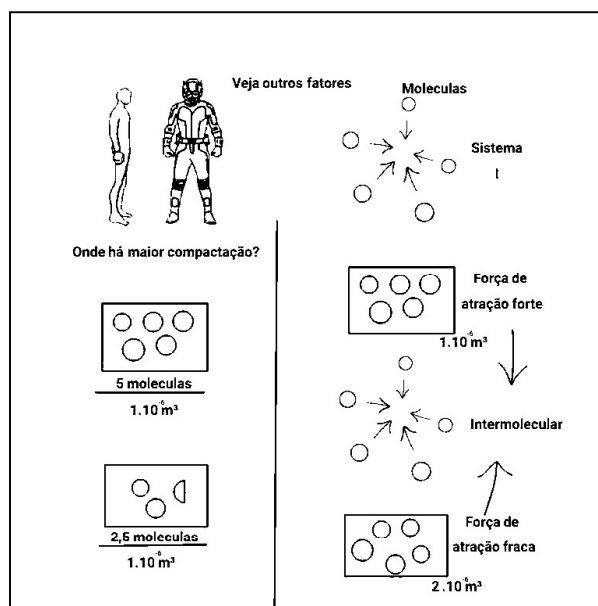


Trecho 20:

14) Onde temos maior compactação? Observe as caixas ao lado para responder.

15) a massa das bolas é a mesma e de valor fixa. Quando aumenta o volume, o que acontece com a compactação da bolas?

CENA 21.



Trecho 21:

Agora observe as figuras. Responda as perguntas que são feitas com base em sua observação.

16) Do que depende a compactação?

CENA 22.

Do que a densidade depende?

- Massa
- Volume
- Tipo de átomo
- Arranjo molecular
- Forças de interação
- Capacidade de compactação do material

Porque o 1 flutua e o 3 afunda?

Qual estrutura é mais densa?

Bola 3     Líquido     As Densidades são iguais

Trecho 22:

17) Porque a bola 1 flutua e 3 afunda?

18) Qual estrutura possui maior densidade?• Resposta na figura.

19) Assinale os itens Que afetam a densidade.