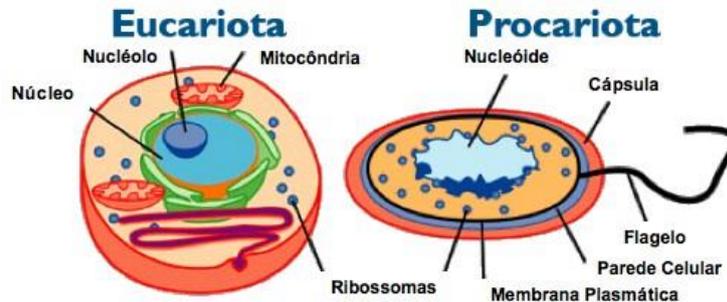


## Membrana: composição, especialização e transporte

### Resumo

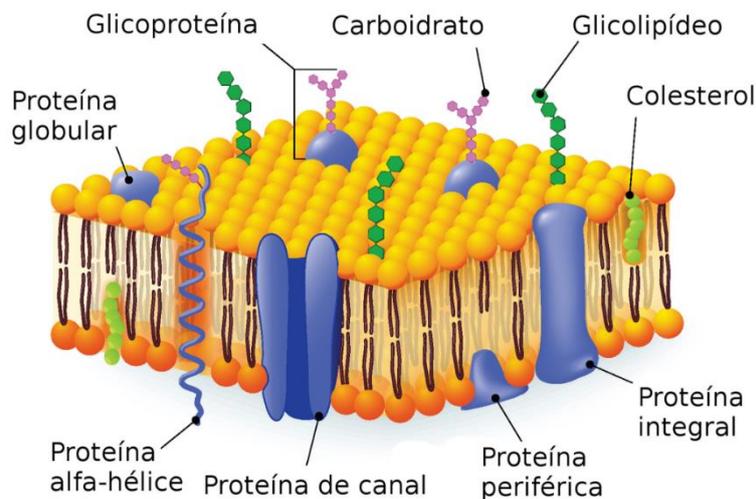


As células, estudadas no campo da Citologia, são a unidade básica da vida. Do mais complexo vegetal ou animal à mais primitiva bactéria, pode-se observar uma estrutura celular. De modo geral, são estruturas microscópicas, delimitadas pela membrana plasmática, e dotadas de um metabolismo próprio, capazes de se reproduzir.

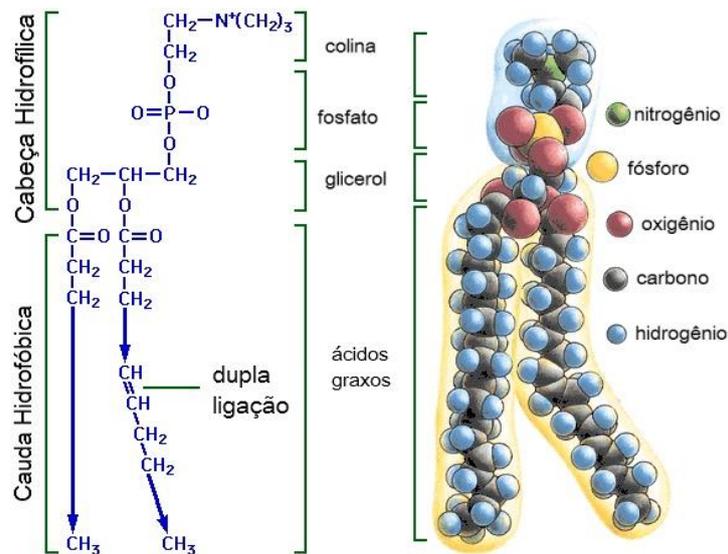
### Membrana Celular

A membrana celular, também chamada membrana plasmática ou plasmalema, delimita a superfície celular, e é algo que todas as células têm em comum. Ela evita o vazamento do conteúdo interno da célula ao ambiente, mas também controla a passagem de substâncias pela célula, estejam elas tentando entrar ou sair.

É composta por uma dupla camada lipoproteica, sendo produzida a partir de fosfolipídios e proteínas. É possível observar, além dessas proteínas, moléculas de colesterol e glicídios ao longo da membrana das células animais, que servem uma função de reconhecimento celular. É uma estrutura dinâmica e em constante movimento.



Esses fosfolipídios formam uma membrana dupla, colocando sua porção hidrofílica (a cabeça) voltada tanto para o meio externo como interno da célula, enquanto a região hidrofóbica de cada um fica em contato, no centro.

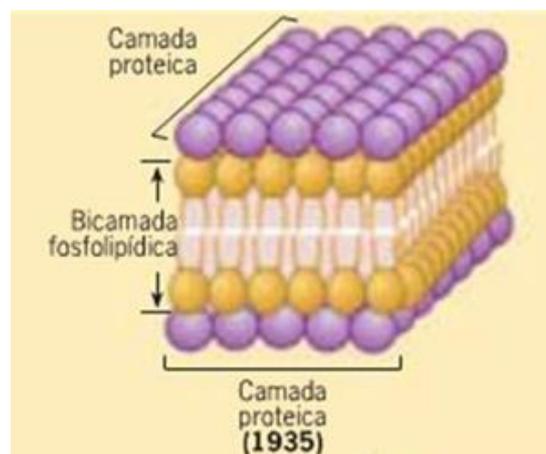


Função da membrana plasmática:

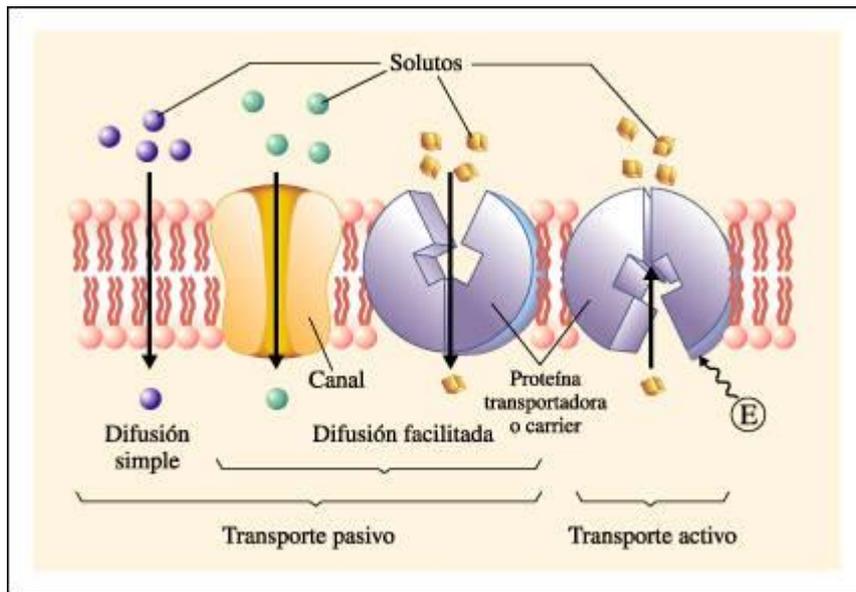
- Revestimento celular
- Interação celular
- Permeabilidade seletiva

A disposição lateral deles permite o deslocamento sem a ruptura, conferindo dinamicidade a membrana plasmática, conforme a necessidade surge.

Proteínas de membrana, como glicoproteínas, podem estar aderidas a superfície da membrana, ou mesmo atravessando-a completamente, como é o caso das proteínas carreadoras. Essas proteínas podem atuar no transporte de substâncias ou no reconhecimento celular, podendo movimenta-se paralelamente ao plano da membrana, sem desconfigurar sua forma, no que é conhecido como **modelo mosaico-fluido**.

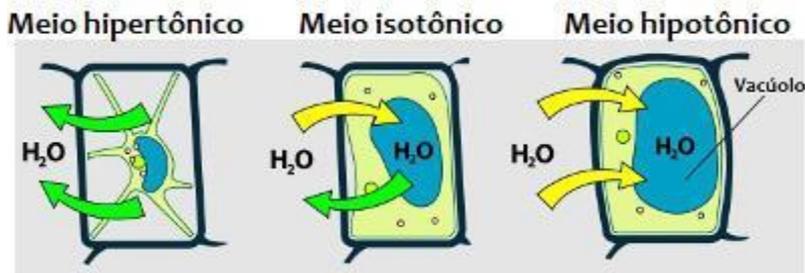


A membrana permite a entrada e saída de substâncias seletas, podendo haver um transporte sem gasto de energia (passivo) ou com gasto (ativo).



O **transporte passivo** se dá a favor do gradiente de concentração de solutos (mais concentrado ao menos concentrado).

- **Osmose:** Transporte de água do meio hipotônico ao hipertônico, buscando isotonia.



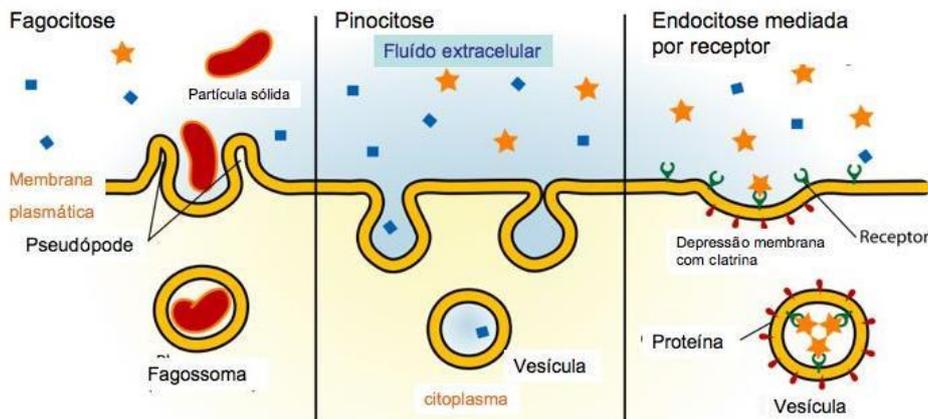
- **Difusão simples:** Transporte de soluto do meio hipertônico ao meio hipotônico. Os solutos passam pela bicamada lipídica.
- **Difusão facilitada:** Transporte de soluto através de proteínas carreadoras (permeases). Os solutos passam pelas proteínas da membrana.

No **transporte ativo** ocorre a quebra de ATP (gasto energético) para realizar um transporte contra o gradiente de concentração, através de proteínas de membrana. O soluto passa do meio menos concentrado para o mais concentrado. Como exemplo, podemos citar a bomba de sódio e potássio.

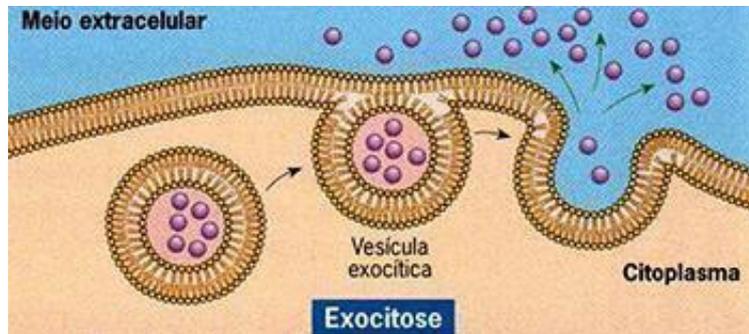
Moléculas orgânicas grandes são incapazes de atravessar a membrana, exigindo processos diferenciados.

**Endocitose:** Entrada de grandes moléculas, através da fagocitose (ingestão de partículas sólidas e grandes através da emissão de pseudópodes), pinocitose (captura de líquidos) ou endocitose mediada (similar a fagocitose, porém com adesão de partículas a receptores específicos).

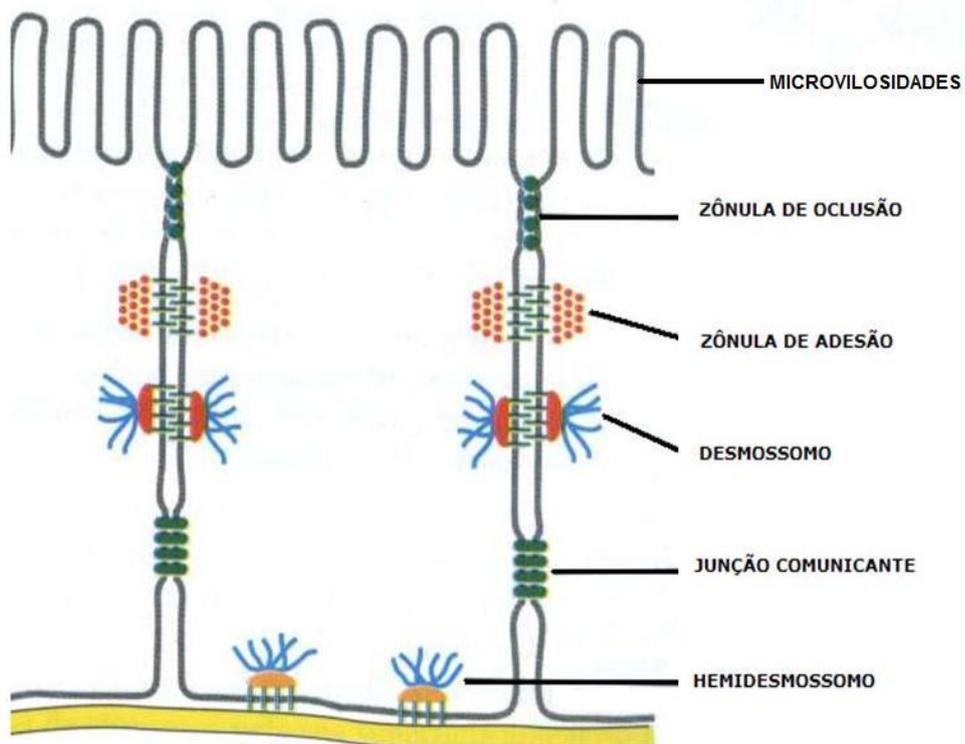
Endocitose



**Exocitose:** Moléculas são eliminadas da célula, através de vesículas que são transportadas a membrana e se desfazem, liberando o conteúdo no meio extracelular.



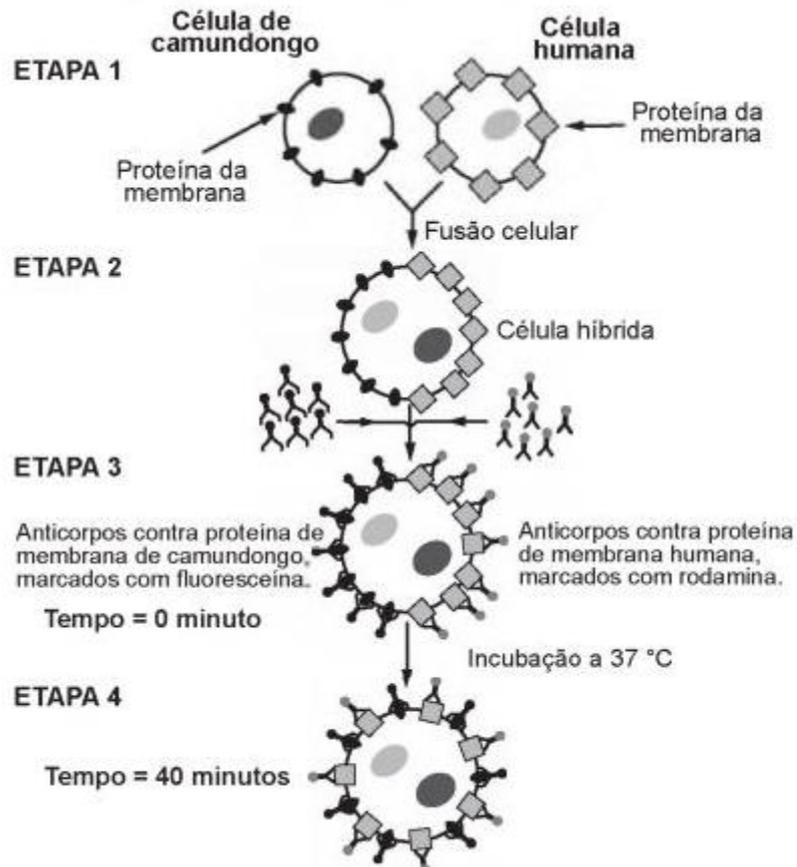
Especializações da membrana



- **Microvilosidades:** Dobras na membrana que aumentam a superfície de contato, de modo que favorecem a absorção de substâncias pela célula.
- **Zônula de oclusão:** Une as células formando uma barreira impermeável, evitando movimentação de moléculas.
- **Zônula de adesão:** Promove aderência entre as membranas, vedando o espaço intracelular, de modo que não permita fluxo de moléculas.
- **Desmossomos:** Função de aderência entre células adjacentes, conferindo resistência e rigidez
- **Junção comunicante:** Junção GAP, permite comunicação entre células vizinhas.
- **Hemidesmossomo:** Une células à matriz extracelular.

Exercícios

1. Visando explicar uma das propriedades da membrana plasmática, fusionou-se uma célula de camundongo com uma célula humana, formando uma célula híbrida. Em seguida, com o intuito de marcar as proteínas de membrana, dois anticorpos foram inseridos no experimento, um específico para as proteínas de membrana do camundongo e outro para as proteínas de membrana humana. Os anticorpos foram visualizados ao microscópio por meio de fluorescência de cores diferentes.

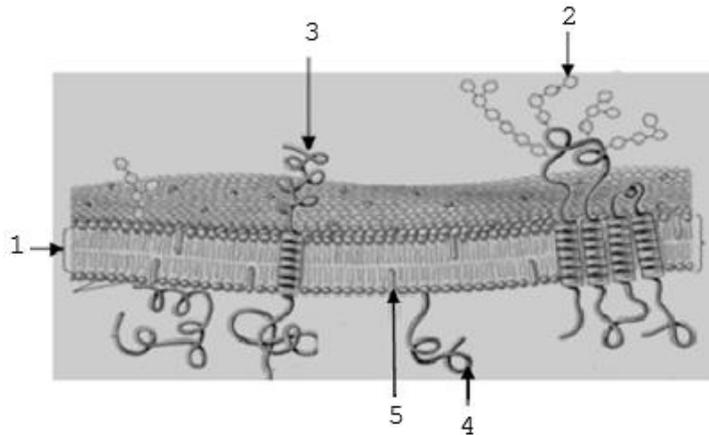


ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997 (adaptado).

A mudança observada da etapa 3 para a etapa 4 do experimento ocorre porque as proteínas

- movimentam-se livremente no plano da bicamada lipídica.
- permanecem confinadas em determinadas regiões da bicamada.
- auxiliam o deslocamento dos fosfolipídios da membrana plasmática.
- são mobilizadas em razão da inserção de anticorpos
- são bloqueadas pelos anticorpos.

2. Observe o esquema representativo da membrana plasmática de uma célula eucariótica e marque a alternativa com informações corretas sobre o modelo mosaico fluido.



- a) O mosaico fluido é descrito como uma bicamada de fosfolípidios (1), na qual as proteínas integrais (4) da membrana atravessam a bicamada lipídica. Os oligossacarídeos (2) estão fixados à superfície somente às proteínas, e o colesterol (5) age somente diminuindo a fluidez da membrana, de forma independente da sua composição em ácidos graxos.
- b) As proteínas da membrana (3) estão incrustadas na dupla lâmina de colesterol, aderidas ou atravessando a membrana de lado a lado, como as proteínas transportadoras (4), que facilitam o transporte por difusão facilitada.
- c) Os fosfolípidios (1) e os oligossacarídeos (2) que constituam o glicocálix estão associados às proteínas. As proteínas integrais (3) têm regiões polares que penetram na bicamada fosfolipídica, ao contrário das periféricas (4) que apresentam regiões apolares. O colesterol (5) pode somente aumentar a fluidez da membrana, não dependendo de outros fatores como a composição dos ácidos graxos.
- d) Os fosfolípidios (1) conferem dinamismo às membranas biológicas e os oligossacarídeos (2) que constituem o glicocálix podem estar associados aos lipídios ou às proteínas. As proteínas integrais (3) têm regiões hidrofóbicas que penetram na bicamada fosfolipídica, ao contrário das periféricas (4) que apresentam regiões polares. O colesterol (5) pode aumentar ou diminuir a fluidez da membrana, dependendo de outros fatores como a composição dos ácidos graxos.
- e) As proteínas da membrana estão incrustadas na dupla lâmina de fosfolípidios, aderidas (1) ou atravessando a membrana de lado a lado, como as proteínas periféricas (4), que facilitam o transporte por difusão facilitada. O colesterol (5) não interfere na fluidez da membrana, dependendo de outros fatores, como a composição dos ácidos graxos.
3. A membrana plasmática é um revestimento relativamente fino que envolve a célula. De acordo com o modelo do mosaico fluido, essa estrutura é constituída por:
- a) uma dupla camada proteica onde estão mergulhados lipídios.
- b) uma camada proteica onde estão mergulhados carboidratos.
- c) uma dupla camada de fosfolípidios onde estão incrustadas proteínas.
- d) uma camada de fosfolípidios onde estão incrustados carboidratos.
- e) uma dupla camada de carboidratos onde estão mergulhados lipídios.

4. As células animais apresentam um revestimento externo específico, que facilita sua aderência, assim como reações a partículas estranhas, como, por exemplo, as células de um órgão transplantado. Esse revestimento é denominado:
- membrana celulósica.
  - glicocálix
  - microvilosidades
  - interdigitações
  - desmossomos.

5. Para explicar a absorção de nutrientes, bem como a função das microvilosidades das membranas das células que revestem as paredes internas do intestino delgado, um estudante realizou o seguinte experimento:

Colocou 200 mL de água em dois recipientes. No primeiro recipiente, mergulhou, por 5 segundos, um pedaço de papel liso, como na FIGURA 1; no segundo recipiente, fez o mesmo com um pedaço de papel com dobras simulando as microvilosidades, conforme FIGURA 2. Os dados obtidos foram: a quantidade de água absorvida pelo papel liso foi de 8 mL, enquanto pelo papel dobrado foi de 12 mL.

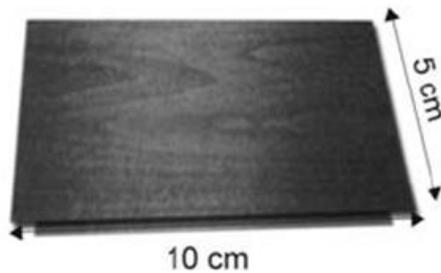


FIGURA 1

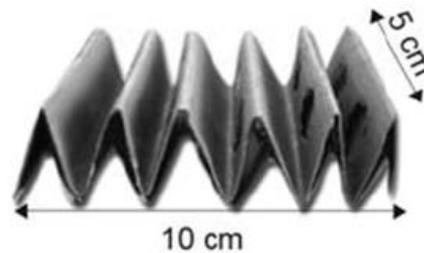


FIGURA 2

Com base nos dados obtidos, infere-se que a função das microvilosidades intestinais com relação à absorção de nutrientes pelas células das paredes internas do intestino é a de:

- manter o volume de absorção.
  - aumentar a superfície de absorção.
  - diminuir a velocidade de absorção.
  - aumentar o tempo de absorção.
  - manter a seletividade na absorção.
6. Todas as células possuem uma membrana plasmática, ou plasmalema, que separa o conteúdo protoplasmático, ou meio intracelular, do meio ambiente. A existência e integridade dessa estrutura são importantes, porque a membrana:
- regula as trocas entre a célula e o meio, só permitindo a passagem de moléculas de fora para dentro da célula e impedindo a passagem em sentido inverso;
  - possibilita à célula manter a composição intracelular diversa do meio ambiente;
  - impede a penetração de substâncias existentes em excesso no meio ambiente;
  - torna desnecessário o consumo energético para captação de metabólitos do meio externo;
  - impede a saída de água do citoplasma.

7. Uma das estratégias para conservação de alimentos é o salgamento, adição de cloreto de sódio (NaCl), historicamente utilizado por tropeiros, vaqueiros e sertanejos para conservar carnes de boi, porco e peixe. O que ocorre com as células presentes nos alimentos preservados com essa técnica?
- O sal adicionado diminui a concentração de solutos em seu interior.
  - O sal adicionado desorganiza e destrói suas membranas plasmáticas.
  - A adição de sal altera as propriedades de suas membranas plasmáticas.
  - Os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  provenientes da dissociação do sal entram livremente nelas.
  - A grande concentração de sal no meio extracelular provoca a saída de água de dentro delas.
8. A membrana plasmática é constituída, basicamente, por uma bicamada de fosfolípidios associados a moléculas de proteína. Essa estrutura delimita a célula, separa o conteúdo celular do meio externo e possibilita o trânsito de substâncias entre os meios intra e extracelular. Sobre o transporte através da membrana, é correto afirmar:
- A passagem de substâncias através da membrana plasmática, utilizando proteínas transportadoras é denominada difusão simples.
  - A difusão facilitada é o transporte de substâncias pela membrana com o auxílio de proteínas transportadoras e gasto de energia.
  - A osmose é a passagem de substâncias através da membrana plasmática em direção à menor concentração de solutos.
  - Uma membrana permeável à substância A possibilitará o transporte dessa substância para fora da célula, desde que exista ATP disponível.
  - No transporte ativo, ocorre a passagem de substâncias por proteínas de membrana com gasto de energia.
9. As figuras, a seguir, representam três células vegetais que foram imersas em soluções salinas de diferentes concentrações, analisadas ao microscópio e desenhadas.



Analisando essas figuras, um estudante concluiu que as células vegetais 1, 2 e 3 estão, respectivamente, flácida (estado normal), túrgida e plasmolisada. Com base nessa conclusão, é correto afirmar que

- a célula 1 foi imersa em uma solução hipertônica.
  - a célula 2 foi imersa em uma solução hipotônica.
  - a célula 3 foi imersa em uma solução isotônica.
  - as células 1 e 3 foram imersas em diferentes soluções hipotônicas.
  - as células 1 e 2 foram imersas em diferentes soluções hipertônicas.
10. 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  $\text{Na}^+$  sobre a superfície da célula.
- b) difusão rápida de íons  $\text{Na}^+$  para o interior da célula.
- c) diminuição da concentração das soluções presentes na célula.
- d) transferência de íons  $\text{Na}^+$  da célula para a solução.
- e) transferência de moléculas de água do interior da célula para a solução.

## Gabarito

---

1. **A**

A membrana tem composição lipoproteica e com estrutura baseada em um mosaico fluido, ou seja, as proteínas e lipídios não possuem posição fixa na membrana. A migração de proteínas na membrana decorre de sua fluidez. Como observado na figura, as proteínas marcadas se movimentaram ao longo da bicamada fosfolipídica.

2. **D**

A membrana plasmática é formada por uma dupla camada de fosfolipídios, onde encontram-se mergulhadas moléculas de proteínas. Há proteínas integrais, com regiões hidrofóbicas, responsáveis pelo adentramento da proteína na bicamada lipídica, também hidrofóbica. Associadas às moléculas de lipídios e às proteínas, no caso de células animais, encontram-se moléculas de açúcares, constituintes do glicocálix. Na membrana de células animais também ocorre colesterol, que reduz ou aumenta a fluidez da membrana de acordo, por exemplo, com a temperatura.

3. **C**

Segundo o modelo do mosaico fluido, a membrana plasmática é formada por uma dupla camada fosfolipídica com proteínas incrustadas. Essas proteínas mudam constantemente de lugar, uma vez que a dupla camada é fluída.

4. **B**

O aumento da aderência entre duas células animais adjacentes pode ocorrer devido ao glicocálix, um revestimento de açúcares localizado externamente à membrana plasmática. Ele também protege a célula contra agressões químicas e mecânicas, reconhece o que é do organismo e aquilo que não é (ação antigênica), tem ação enzimática e ainda promove a inibição por contato (o contato físico entre duas células de um mesmo tecido dispara sinais químicos que inibem a mitose).

5. **B**

As microvilosidades são especializações da membrana que aumentam a área de absorção, conforme mostrado na figura da questão.

6. **B**

A membrana plasmática tem como função a proteção e separação do interior da célula com o exterior e permeabilidade seletiva, mantendo a composição intracelular.

7. **E**

A técnica de salgamento promove a formação de um ambiente hipertônico, que aumenta a pressão osmótica externa promovendo a desidratação das células.

8. **E**

O transporte ativo é todo transporte pela membrana, em que a substância flui do meio de menor concentração para o meio de maior concentração, com gasto de ATP pela célula.

**9. B**

A célula indicada por 1 não apresentou variação de volume, o que indica que fora colocada em uma solução isotônica. A célula indicada por 2 aumentou de volume, devido ao ganho de água; logo, a solução era hipotônica. A célula indicada por 3 perdeu água para o meio, que era hipertônico em relação a ela.

**10. E**

Na osmose, ocorre fluxo de água da solução mais rica em água (com menor concentração de soluto) para a solução hipertônica (com maior concentração de soluto). Então, na situação acima, haverá fluxo de água de dentro da célula para a solução.