

**CITOLOGIA: MEMBRANA PLASMÁTICA**

**CONCEITOS INICIAIS**

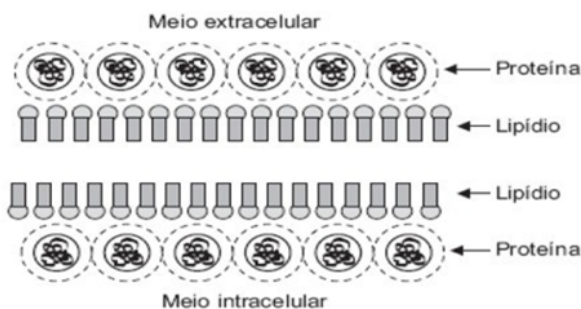
Você conhece o fato de os países possuírem um determinado território, o qual é delimitado por uma fronteira. Desse modo, estabelece-se um limite físico ou uma individualidade para esse território. Teoricamente, através dessa fronteira, pode-se estabelecer um controle do de entrada e saída de pessoas e produtos, pois as nações, assim como as células, não podem existir como sistemas fechados. Apesar de as fronteiras entre países serem imaginárias, podemos usar esta comparação para entendermos um pouco sobre a membrana plasmática, já que a mesma membrana representa um limite físico da célula. Esta membrana mantém o conteúdo interno ou citoplasmático separado, porém não isolado do meio externo, visto que ela possui uma capacidade seletiva quanto ao que entra e sai das células. As membranas celulares são muito delgadas, por exemplo: a membrana plasmática, que mede cerca de 75 Å de espessura, devido a essa dimensão, não são visíveis ao microscópio óptico comum. Os biólogos suspeitavam da existência de uma membrana celular, pois as células quando rompidas modificavam a composição química do meio em que se encontravam. Portanto, deveria existir algo que mantivesse sua individualidade. Apenas neste século, com a utilização de técnicas de microscopia eletrônica, é que foi possível estudá-la adequadamente.

**MODELOS MOLECULARES DA MEMBRANA PLASMÁTICA**

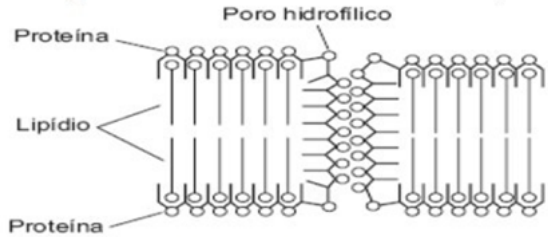
Em 1902, Overton percebeu que substâncias apolares atravessavam a membrana plasmática com maior facilidade que substâncias polares. Baseado no raciocínio que afirma que "semelhante dissolve semelhante", ele sugeriu que a membrana fosse composta por substâncias apolares, isto é, uma membrana lipídica.

**MODELO DO SANDUÍCHE**

Em 1935, Davson e Danielli propuseram um modelo em que a membrana seria composta por uma bicamada lipídica entre duas camadas de proteína, como um sanduíche. Para explicar a passagem de moléculas hidrofílicas, Davson e Danielli idealizaram a presença de poros hidrofílicos, que correspondiam a regiões da bicamada lipídica interrompidas por canais 'fornados' por proteínas, que por serem hidrofílicas permitiam a passagem de substâncias com esta natureza química.



Modelo original de Davson-Danielli da estrutura de membrana plasmática.



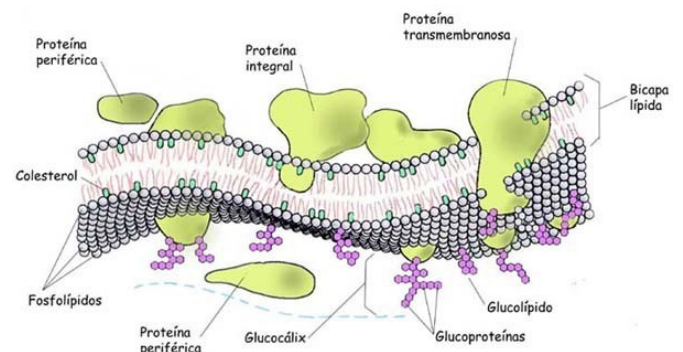
Revisão do modelo de Davson-Danielli mostrando os poros hidrofílicos.

**MODELO DO MOSAICO FLUIDO**

O modelo de sanduíche foi proposto bem antes de o microscópio eletrônico ser incluído no arsenal de métodos de pesquisa da ciência biológica. Quando o microscópio eletrônico passou a ser utilizado, a membrana plasmática pôde ser estudada com mais detalhes. Assim, o modelo mais utilizado e satisfatório para explicar a estrutura da membrana plasmática atualmente é o chamado modelo do mosaico fluido, proposto por Singer e Nicholson em 1972.

Este modelo também se baseia na bicamada lipídica e em proteína. A diferença é que as proteínas não estão dispostas como o "sanduíche" proposto anteriormente, e sim encaixadas na membrana numa disposição em mosaico, com capacidade de livre movimentação ao longo da bicamada. Além disso, as membranas biológicas são estruturas quase líquidas, devido ao predomínio de fosfolípidios insaturados na bicamada, de modo que as proteínas podem "flutuar" nesta membrana fluida, desde que seja no mesmo plano da bicamada.

Segundo esse modelo, a membrana seria composta por duas camadas de fosfolípidios onde estão depositadas as proteínas. Algumas dessas proteínas ficam aderidas à superfície da membrana, enquanto outras estão totalmente mergulhadas entre os fosfolípidios; atravessando a membrana de lado a lado. A flexibilidade da membrana é dada pelo movimento contínuo dos fosfolípidios; estes se deslocam sem perder o contato uns com os outros.



Uma hipótese levantada para a importância da fluidez da bicamada foi a hipótese da mobilização dos receptores elaborada por Cuatrecasas. Esta afirma que a fluidez permite o acoplamento de vários receptores a uma mesma proteína reguladora. Assim, várias moléculas de hormônio se ligam a várias proteínas receptoras. Estas se deslocam e se ligam a uma mesma proteína reguladora que irá promover a resposta da célula à mensagem do hormônio. Isto permite à célula economizar na produção de proteínas reguladoras. Um

raciocínio semelhante pode ser descrito para proteínas-canais que podem ser deslocar em direção a uma fonte de nutrientes, aproveitando a fluidez da bicamada lipídica. Repare que as proteínas intrínsecas ou integrais (70% das proteínas membranosas) ficam solidamente aderidas à membrana e dela só podem ser extraídas com tratamentos drásticos (detergentes, sais biliares, solventes orgânicos). Elas se situam em toda a espessura da membrana. As proteínas extrínsecas ou periféricas (30% das proteínas membranosas) estão fracamente ligadas à superfície por forças eletrostáticas. A distribuição dos

aminoácidos polares e apolares caracteriza essas proteínas e permite seus movimentos na camada lipídica.

### POR QUE A BICAMADA É FLUIDA

Enquanto nos fosfolípidios saturados só há ligações simples entre os carbonos, cujas ligações apresentam ângulos de 109°28' com disposição tetraédrica, a cadeia longa hidrocarbonada de ácido graxo no fosfolípido tem carbonos em zigzag e assume uma posição de certa maneira perpendicular em relação ao eixo do glicerol nas moléculas. Isso facilita a aproximação das moléculas de fosfolípidios e então a passagem para o estado sólido.

A presença da ligação dupla nos fosfolípidios insaturados modifica a geometria da molécula de fosfolípidios, já que ela é plana, com um ângulo de 120°, o que faz com que a cadeia longa hidrocarbonada de ácido graxo, que estava perpendicular ao eixo de glicerol, sofra uma dobra no local da ligação dupla. Esta dobra impede a aproximação maior de duas moléculas de fosfolípidios, o que impede uma maior compactação das moléculas que caracteriza o estado sólido de um composto. Assim, o ponto de fusão dessas substâncias é bem menor, uma vez que há esta resistência maior à solidificação, aparecendo a fluidez.

### LIPÍDEOS DE MEMBRANA

Os lipídeos da membrana são moléculas longas com uma extremidade hidrofílica e uma cadeia hidrofóbica. As macromoléculas que apresentam esta característica de possuírem uma região hidrofílica, e, portanto, solúvel em meio aquoso e uma região hidrofóbica, insolúvel em água, porém solúvel em lipídeos, são ditas anfipáticas. Entre os lipídeos freqüentes nas membranas celulares encontram-se fosfoglicerídeos (fosfatidilcolina, fosfatidiletanolamina, fosfatidilserina e fosfatidiltreonina), esfingolipídeos e esteroides(colesterol, sitosterol, ergosterol). Os fosfoglicerídeos e os esfingolipídeos contêm o radical fosfato e são chamados de fosfolípidios. Outro constituinte anfipático importante das membranas celulares são os glicolipídeos, designação genérica para todos os lipídeos que contêm hidratos de carbono, com ou sem radicais fosfato.

As membranas das células animais contêm colesterol, o que não acontece nas células dos vegetais, que possuem outros esteróis. Quanto maior a concentração de esteróis, menos fluida será a membrana. As membranas das células procariontes não contêm esteróis, salvo raras exceções.

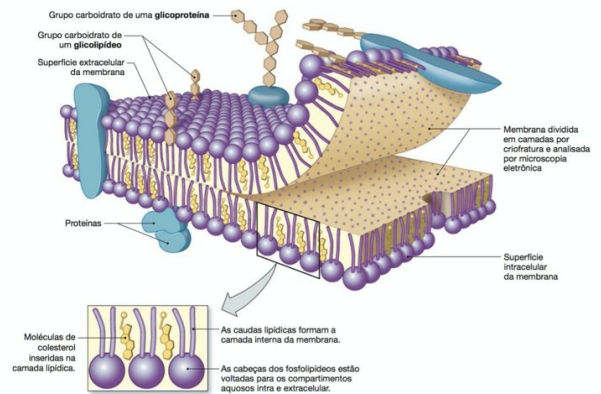
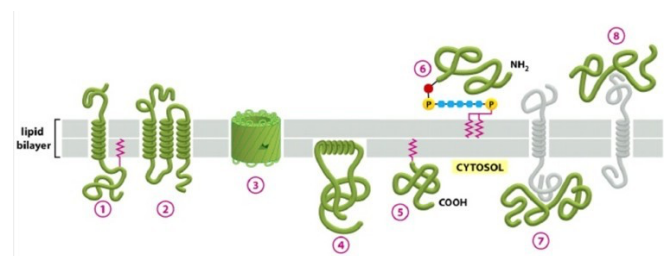


FIGURA 3-4 Modelo do mosaico fluido de uma membrana biológica. Neste modelo, a membrana é uma camada dupla de moléculas de fosfolípidios. Proteínas de vários tipos são inseridas na bicamada fosfolipídica e através dela. Carboidratos ligados a proteínas e lipídeos na superfície extracelular formam glicoproteínas e glicolípídeos.

Silverthorn (2010)

As proteínas de desempenham a maioria das funções específicas das membranas. São elas que conferem as propriedades funcionais características de cada tipo de membrana. As proteínas de membrana podem ser:

**Proteínas transmembranares ou Canais:** atravessam a bicamada lipídica e são anfipáticas. Elas podem atravessar a membrana uma única vez (proteína transmembrana de passagem única) ou então atravessando várias vezes a membrana (proteína transmembrana multipassagem). As proteínas transmembranares podem ser em a hélice ou arranjados como barris b (figura abaixo). Podem ter a função de transportar íons, funcionar como receptores ou como enzimas. A grande maioria das proteínas de membrana multipassagem das células eucarióticas e da membrana bacteriana é formada por a hélices transmembrana, enquanto as barris b se restringem principalmente às membranas externas das bactérias, das mitocôndrias e dos cloroplastos.



**Proteínas periféricas:** se prende a superfície interna e externa da membrana plasmática através de vários mecanismos.

Estudos realizados com eritrócitos (células vermelhas do sangue) revelaram que a maioria das proteínas periférica ligada a membrana dos eritrócitos, ligada ao lado citossólico da bicamada lipídica é a espectrina, uma proteína longa, fina, em forma de bastão, sendo o principal componente do citoesqueleto subjacente à membrana, mantendo a integridade estrutural e a forma bicôncava desta célula.

As proteínas de membrana estão geralmente associadas a carboidratos, que são encontrados como cadeias de oligossacarídeos ligadas covalentemente às proteínas (glicoproteínas) e a lipídeos (glicolipídeos), ou como cadeias de polissacarídeos de moléculas de proteoglicanas. O

glicocálix é uma zona onde se encontra vários desses carboidratos na superfície da membrana.

### CARBOIDRATOS DE MEMBRANA

A superfície externa da membrana plasmática apresenta uma região rica em hidratos de carbono ligados a proteínas ou a lipídeos, denominada **glicocálice** (ou **glicocálix**).

Em sua maior parte, o glicocálix é uma extensão da própria membrana e não uma camada separada, sendo constituído:

Pelas porções **glicídicas** (polissacarídeos) das moléculas de glicolipídeos da membrana plasmática, que fazem saliência na superfície da membrana;

Por glicoproteínas integrais da membrana ou adsorvidas após secreção;

Por algumas proteoglicanas, todas secretadas e, em seguida, adsorvidas pela superfície celular.

Dentre as glicoproteínas secretadas e que passam a fazer parte do glicocálix, uma das mais abundantes é a **fibronectina**. Trata-se de uma molécula em forma de letra V, constituída por dois polipeptídeos semelhantes. A molécula de fibronectina possui regiões que se combina com moléculas do meio extracelular e da superfície de outras células. Tem a função de unir as células umas às outras e à matriz extracelular.

Mas a fibronectina não é a única proteína que estabelece conexão entre as células e a matriz extracelular. As células dos tecidos epiteliais de revestimento, por exemplo, ligam-se ao colágeno por intermédio da glicoproteína laminina, que é secretada pelas células epiteliais e passa a fazer parte de seu glicocálix.

O glicocálix ou cobertura célula tem em geral de 10 a 20 nm de espessura (a membrana celular tem cerca de 10 nm de espessura, portanto, o glicocálix também não é visível ao microscópio óptico) e apresenta várias funções como:

- proteger a membrana celular;
- atuar como filtro em certos capilares sanguíneos e no tecido conjuntivo, ajudando a controlar a entrada de substâncias na célula, através do controle do processo de pinocitose;
- promover adesão entre células de um mesmo tecido, o que é bem evidente em tecidos epiteliais e, principalmente, o reconhecimento celular.
- atuar no reconhecimento celular uma das principais funções da cobertura celular é atuar no reconhecimento molecular e celular. O número e a posição dos diversos oligossacarídeos de membrana funcionam como uma espécie de "impressão digital" da célula, permitindo que o sistema imune reconheça as células do indivíduo e as células estranhas. Um exemplo de como o glicocálix está relacionado ao reconhecimento diz respeito aos grupos sanguíneos do sistema ABO. A substância (ou antígeno ou aglutinogênio) A corresponde a um oligossacarídeo particular da membrana da hemácia que termina em galactose, e a substância (ou antígeno ou aglutinogênio) B difere desta por possuir galactosamina no lugar da galactose. Através da análise destas substâncias, o organismo analisa quais hemácias pertencem a ele.

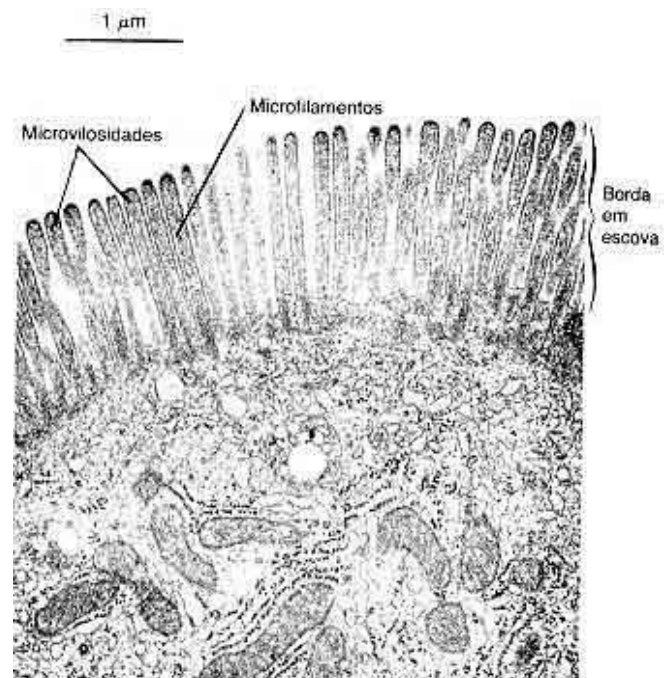
Em células sadias, o reconhecimento das células vizinhas através do glicocálix é um fator que inibe a divisão celular, num fenômeno denominado inibição por contato. Isso evita que uma célula se multiplique e com isso invada o espaço de células próximas. Células cancerosas perdem essa capacidade de reconhecimento, de modo que a inibição por contato cessa, e a divisão se dá de modo indefinido, sem que se respeite o espaço das células vizinhas.

### DIFERENCIAÇÕES DA MEMBRANA PLASMÁTICA

As membranas plasmáticas podem sofrer uma série de modificações, chamadas **especializações ou diferenciações**, com funções diversas de acordo com a necessidade celular.

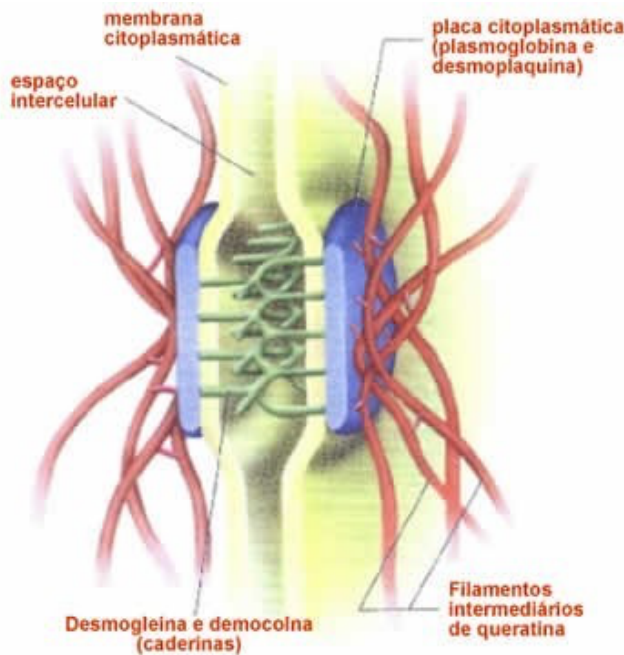
**Microvilosidades:** São especializações apicais da membrana. Elas estão presentes na superfície livre das células do intestino delgado, responsáveis pela absorção de nutrientes.

Cada célula intestinal deste tipo possui em média 3000 microvilosidades. Em 1 mm<sup>2</sup> de superfície intestinal, existem cerca de 200.000 dessas especializações. Elas são evaginações permanentes da membrana com o aspecto digitiforme, que ampliam consideravelmente a superfície de contato da célula com os nutrientes vindos da digestão, para melhorar assim a função de absorção intestinal.



**Complexo Juncional ou Unitivo:** Está presente em vários epitélios próximo à extremidade celular livre, sendo constituído dos seguintes elementos: **zônula oclusiva**, **zônula de adesão** e uma fileira de **desmossomos**. O complexo juncional é uma estrutura de adesão e vedação, formado por:

**Desmossomos:** Cada desmossomo tem a forma de uma placa arredondada e é constituído pelas membranas de duas células vizinhas. Devido à função de adesão e à sua distribuição descontínua, o desmossomo é também chamado de *macula adherens*. A capacidade dos desmossomos para prender células vizinhas depende da presença de **caderinas**, proteínas transmembranares que exibem adesividade na presença de **íons  $Ca^{2+}$** . Por isso, o desmossomo só tem poder de fixar as células quando a concentração de  $Ca^{2+}$  no espaço extracelular é normal. Baixas concentrações deste íon causam a separação das células.



Os desmossomos são muito frequentes nas células submetidas a trações, como as da **epiderme**, do **revestimento da língua e esôfago**, e as células do **músculo cardíaco**. Formam-se com muita facilidade nas células mantidas em cultura e desaparecem nas que sofrem transformação maligna (células cancerosas), tanto in vivo como nas culturas. A composição dos desmossomos é muito complexa, desde a participação das desmoplaquinas I e II, glicoproteínas presentes na placa do desmossomo, como os filamentos intermediários que se ligam a estas desmoplaquinas: desmocalmína, queratocalmína, desmogleína e desmocolinas.

As células dos epitélios apoiam-se em uma membrana não celular, chamada **lâmina basal**, que separa o epitélio do tecido conjuntivo. A face das células epiteliais em contato com a lâmina basal apresenta estruturas parecidas com os desmossomos, porém denominadas **hemidesmossomos** por não possuírem a metade correspondente à outra célula epitelial.

**Zônula de Adesão:** É uma formação encontrada em certos epitélios de revestimento, circundando a parte apical das células. Sua estrutura é semelhante à dos desmossomos, porém a zônula de adesão é um cinto contínuo em volta da célula. As suas funções são promover

a adesão entre as células e oferecer local de apoio para os filamentos que penetram nos microvilos das células epiteliais com orla em escova.

**Zônula Oclusiva:** É uma faixa contínua em torno da zona apical de certas células epiteliais que veda completamente o trânsito de material por entre as células. Outra função da zônula oclusiva, também chamada junção oclusiva, é permitir a existência de potenciais elétricos diferentes, consequência de diferenças na concentração iônica entre as duas faces da lâmina epitelial.

## PROPRIEDADES DA MEMBRANA

A membrana plasmática é dotada de propriedades ou características tais como:

**Pequena espessura** (tanto é que a membrana plasmática é visível somente ao microscópio eletrônico); Pequena resistência mecânica;

**Elasticidade;** Isolante elétrico;

**Semipermeabilidade** (controle físico da passagem de substâncias; substâncias de pequenas dimensões, como solventes, podem atravessar a membrana, porém substâncias de grandes dimensões, como solutos macromoleculares do tipo polissacarídeos, proteínas ou ácidos nucleicos, não podem atravessá-la; na prática, quando se fala que uma membrana é semipermeável, significa que solventes podem passar através dela, mas solutos não);

**Permeabilidades seletiva** (controle químico da passagem de substâncias: como as proteínas-canais têm sítios de ligação semelhantes aos sítios ativos de enzimas, apenas moléculas com configuração molecular apropriadas podem atravessar a membrana).

Lembre-se: passam pela bicamada: substâncias apolares, como lipídios,  $O_2$  e  $CO_2$ , e substâncias polares não carregadas, como a água. Passarão pelas proteínas-canais e permeases: substâncias polares pequenas, como aminoácidos, monossacarídeos e íons, além da própria água.

Quanto aos aspectos energéticos de transporte, este pode ser por transporte passivo, isto é, sem gasto de energia pela célula (difusão, difusão facilitada e osmose), ou transporte ativo, como gasto de energia pela célula.

Processos passivos acontecem a favor do gradiente de concentração (do meio mais concentrado para o meio menos concentrado), sendo processos espontâneos e exergônicos (exotérmicos, isto é, com liberação de energia; daí o motivo pelo qual a célula não gasta energia, esta é fornecida pelo próprio processo). Processos ativos acontecem contra um gradiente de concentração (do meio menos concentrado para o mais concentrado), sendo processos não espontâneos e endergônicos (endotérmicos, isto é, com consumo de energia; daí o motivo pelo qual a célula gasta energia na forma de moléculas de ATP consumidas).

**PAREDE CELULAR**

Em células vegetais, existe externamente à membrana celular uma estrutura denominada parede celular, que constitui uma espécie de exoesqueleto para tais células. Esta parede celular apresenta-se **totalmente permeável**, com uma **alta resistência**, e ao mesmo tempo uma certa flexibilidade e tem funções de **suporte mecânico** da célula, **proteção mecânica** e **proteção osmótica**.

A parede celular é formada por microfibrilas compostas principalmente do polissacarídeo **celulose** (formado por repetidas unidades de glicose), e por outros açúcares em menores concentrações, como amilopectina, hemicelulose, celobiose e lignina (este último é o principal componente da madeira e confere a ela sua resistência e rigidez).

A maioria das células vegetais apresenta pontes de citoplasma que atravessam as paredes celulares e estabelecem comunicações entre células adjacentes. Estas pontes são chamadas **plasmodesmos** e muitas vezes possuem túbulos que permitem a livre circulação de líquido e outras substâncias, mantendo a isotonicidade entre as células vizinhas.

A formação da parede celular após a divisão celular envolve primeiramente a formação de uma placa celular a partir de vesículas liberadas pelo complexo de Golgi, denominadas fragmoplastos e que se alinham no plano equatorial da célula depois de dividido o núcleo celular. Esta placa celular vai constituir a camada intercelular ou lamela média da parede celular madura, sendo formada por amilopectina. Em cima desta lamela média vão sendo depositadas as demais microfibrilas para formação da parede (dentro da lamela média já existem espaços que futuramente corresponderão aos plasmodesmos). Cada célula filhava fornecendo material para sua parede de maneira a formar a sua parede celular primária, delgada e pouco resistente.

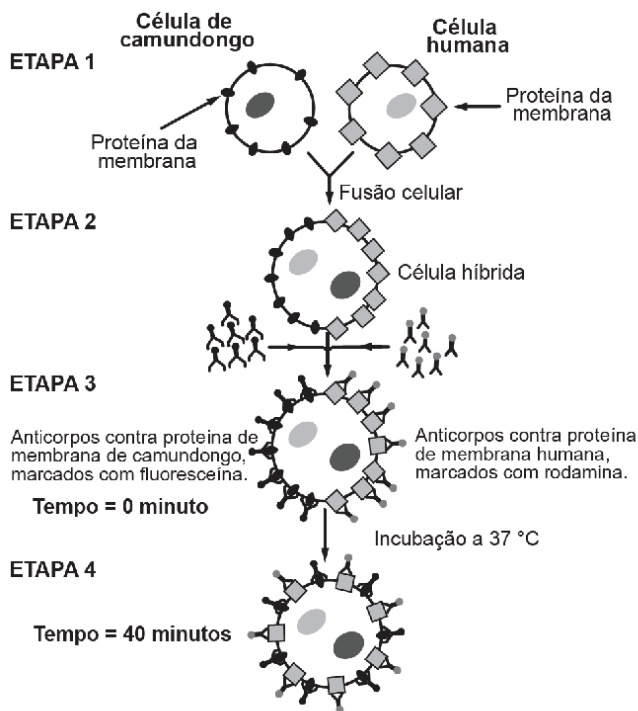
Esta parede celular primária é formada principalmente por amilopectina (presente na lamela média, agora interna à parede), hemicelulose e microfibrilas frouxas de celulose. Ela é fina e elástica, de modo a possibilitar que a célula jovem possa se dividir e crescer mais facilmente.

Quando a parede aumenta de volume e chega à sua espessura definitiva, sendo agora bem mais resistente, temos a parede celular secundária, que contém principalmente celulose, hemicelulose, lignina e suberina.

Células **fúngicas** também possuem parede celular, sendo esta formada por **polímeros de glicosamina** (que forma um polissacarídeo chamado **quitina**). Já a parede celular bacteriana é formada por açúcares, peptídios e lipídios, numa estrutura altamente complexa (os chamados peptidoglicanos e lipopolissacarídeos formam a maior parte desta estrutura), que já foi descrita em situações anteriores.

**Exercícios de Aprendizagem**

**01. (ENEM)** 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.

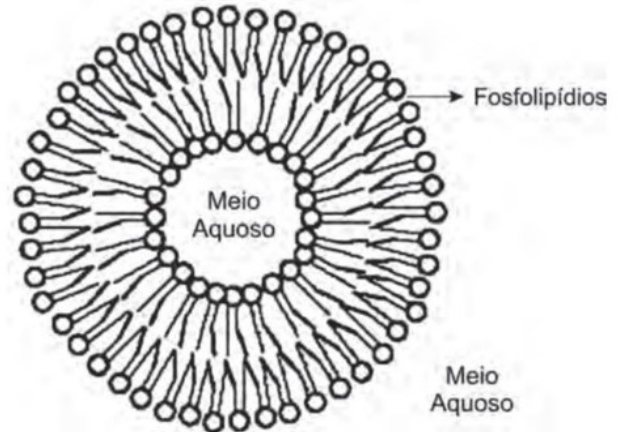


ALBERTS, B. et al. *Biologia molecular da célula*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997 (adaptado).

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.

**02. (ENEM)** Quando colocamos em água, os fosfolipídios 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). (Foto: Reprodução/Enem)

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

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

**03. (UNIFOR)** Uma membrana constituída somente de fosfolipídios experimenta uma transição nítida da forma cristalina para forma fluída quando é aquecida. Contudo, uma membrana contendo 80% de fosfolipídios e 20% de colesterol experimenta uma mudança mais gradual da forma cristalina para forma fluída, quando aquecida pela mesma faixa de temperatura.

**Fonte: PRATT, C. W. & CORNELLY, K. *Bioquímica Essencial*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006**

Isto ocorre porque

- os fosfolipídios são todos formados por ácidos graxos de cadeias saturadas.
- o colesterol aumenta a flexibilidade da membrana tornando-a mais fluída.
- o colesterol estabiliza a membrana em função de seu sistema plano de anéis.
- o colesterol favorece a compactação íntima das cadeias acilas.
- os fosfolipídios insaturados favorecem a aproximação das cadeias acilas.

**04. (FSM)** As células animais possuem revestimento externo que protege a superfície da célula de possíveis lesões; confere viscosidade às células em movimentos, possibilitando "deslizamentos"; participa de sistemas imunitários, pois dá à célula uma identidade, esse revestimento é denominado:

- a) desmossomos.
- b) glicocálix.
- c) microvilosidades.
- d) interdigitações.
- e) zônulas de adesão.

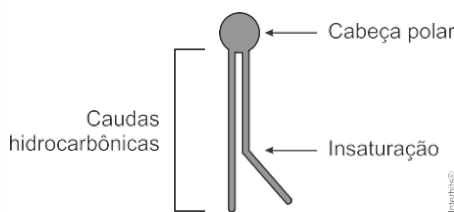
**05. (ENEM)** O DNA (ácido desoxirribonucleico), material genético de seres vivos, é uma molécula de fita dupla, que pode ser extraída de forma caseira a partir de frutas, como morango ou banana amassados, com uso de detergente, de sal de cozinha, de álcool comercial e de uma peneira ou coador de papel. O papel do detergente nessa extração de DNA é

- a) aglomerar o DNA em solução para que se torne visível.
- b) promover lise mecânica do tecido para obtenção do DNA.
- c) emulsificar a mistura para promover a precipitação do DNA.
- d) promover atividades enzimáticas para acelerar a extração do DNA.
- e) romper as membranas celulares para liberação do DNA em solução.

**Exercícios de FIXAÇÃO**

**01. (ENEM 2019)** A fluidez da membrana celular é caracterizada pela capacidade de movimento das moléculas componentes dessa estrutura. Os seres vivos mantêm essa propriedade de duas formas: controlando a temperatura e/ou alterando a composição lipídica da membrana. Neste último aspecto, o tamanho e o grau de insaturação das caudas hidrocarbônicas dos fosfolipídios, conforme representados na figura, influenciam significativamente a fluidez. Isso porque quanto maior for a magnitude das interações entre os fosfolipídios, menor será a fluidez da membrana.

Representação simplificada da estrutura de um fosfolipídio

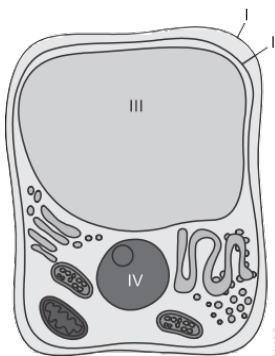


Assim, existem bicamadas lipídicas com diferentes composições de fosfolipídios, como as mostradas de I a V.

Qual das bicamadas lipídicas apresentadas possui maior fluidez?

- a) I
- b) II
- c) III
- d) IV
- e) V

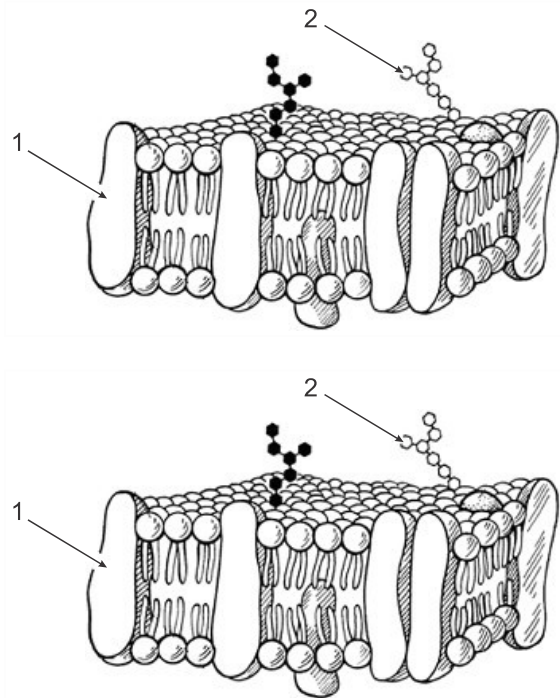
**02. (FUVEST 2020)** Analise o esquema de uma célula adulta.



As estruturas I, II, III e IV caracterizam-se pela presença, respectivamente, de

- a) glicídeo, lipídeo, água e ácido nucleico.
- b) proteína, glicídeo, água e ácido nucleico.
- c) lipídeo, proteína, glicídeo e ácido nucleico.
- d) lipídeo, glicídeo, ácido nucleico e água.
- e) glicídeo, proteína, ácido nucleico e água.

**03.**



O esquema representa um modelo de organização da membrana plasmática. A respeito dele, assinale a alternativa correta.

- a) Essa organização é encontrada somente em células eucarióticas.
- b) A substância apontada em 1 ocupa local fixo na membrana.
- c) As membranas que compõem organelas celulares apresentam apenas uma camada de fosfolipídios.
- d) A seta 2 indica carboidratos que compõem o glicocálix.
- e) A substância apontada em 1 está envolvida apenas em transportes ativos.

**04. (UERJ 2018)** Junções comunicantes ou junções gap, um tipo de adaptação da membrana plasmática encontrada em células animais, permitem a comunicação entre os citoplasmas de células vizinhas.

Esse tipo de associação entre as células proporciona o seguinte resultado:

- a) forte adesão
- b) barreira de proteção
- c) integração funcional
- d) exocitose de substâncias

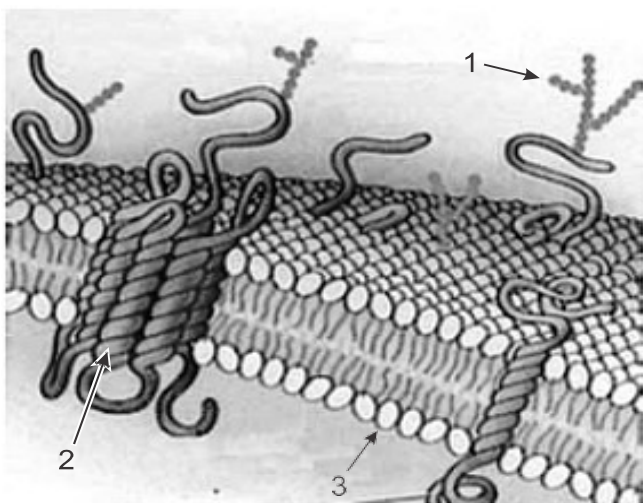


**05. (EBMSP 2017)** A membrana plasmática é constituída, basicamente, por uma bicamada de fosfolípidios associados a moléculas de proteína. Essa estrutura delimita a célula, separa o conteúdo celular do meio externo e possibilita o trânsito de substâncias entre os meios intra e extracelular.

Sobre o transporte através da membrana, é correto afirmar:

- a) A passagem de substâncias através da membrana plasmática, utilizando proteínas transportadoras é denominada difusão simples.
- b) A difusão facilitada é o transporte de substâncias pela membrana com o auxílio de proteínas transportadoras e gasto de energia.
- c) A osmose é a passagem de substâncias através da membrana plasmática em direção à menor concentração de solutos.
- d) Uma membrana permeável à substância A possibilitará o transporte dessa substância para fora da célula, desde que exista ATP disponível.
- e) No transporte ativo, ocorre a passagem de substâncias por proteínas de membrana com gasto de energia.

**06. (FGV 2017)** As setas 1, 2 e 3, na figura seguinte, indicam biomoléculas componentes da membrana plasmática de uma célula animal.



(<http://brasilecola.uol.com.br>. Adaptado)

Com base nas funções desempenhadas pela membrana em diferentes tipos celulares, é correto afirmar que

- a) a biomolécula 1 é um carboidrato componente do glicocálix e atua no reconhecimento intercelular.
- b) a biomolécula 2 é um fosfolípido componente da bicamada e atua no transporte de gases respiratórios nos eritrócitos.
- c) a biomolécula 3 é um polissacarídeo componente da parede celular e confere resistência e sustentação às células ósseas.

d) as biomoléculas 1 e 3 são proteínas da bicamada e realizam a contração e o relaxamento nas células musculares.

e) as biomoléculas 2 e 3 são aminoácidos do glicocálix e atuam na síntese de secreções nas células epiteliais.

**07. (UERJ 2017)** Os diferentes tipos de transplantes representam um grande avanço da medicina. Entretanto, a compatibilidade entre doador e receptor nem sempre ocorre, resultando em rejeição do órgão transplantado.

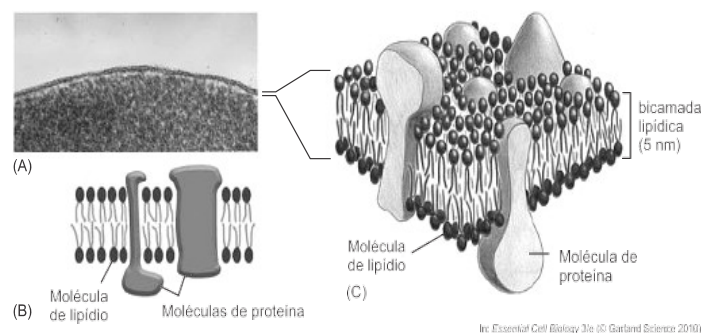
O componente da membrana plasmática envolvido no processo de rejeição é:

- a) colesterol
- b) fosfolípido
- c) citoesqueleto
- d) glicoproteína

**08. (UNISC 2016)** Os componentes mais abundantes encontrados na estrutura molecular da membrana plasmática da célula animal são

- a) proteínas e glicídios.
- b) fosfolípidos e glicídios.
- c) proteínas e fosfolípidos.
- d) lipídeos e glicídios.
- e) todas as alternativas acima estão incorretas.

**09. (UFPA 2016)** As membranas plasmáticas representam a estrutura mais externa das células, separando o seu interior do ambiente. Estão constituídas principalmente por proteínas e lipídios que, além de compor a sua estrutura, também facilitam o funcionamento



Acerca dessa estrutura celular, mostrada na figura acima, afirma-se

- I. A estrutura básica das membranas celulares obedece ao modelo do mosaico fluido proposto por Singer e Nicholson (1972), no qual proteínas distribuídas em padrão de mosaico flutuam em uma bicamada fluida de fosfolípidios.
- II. Fosfolípidios e colesterol são lipídios anfipáticos que formam a estrutura básica das membranas celulares.
- III. As proteínas representam o grupo de macromoléculas mais abundantes nas membranas das células.
- IV. As proteínas de membrana atuam como canais iônicos, proteínas de transporte, receptores de moléculas sinalizadoras e componentes do citoesqueleto.

É correto o que se afirma em:

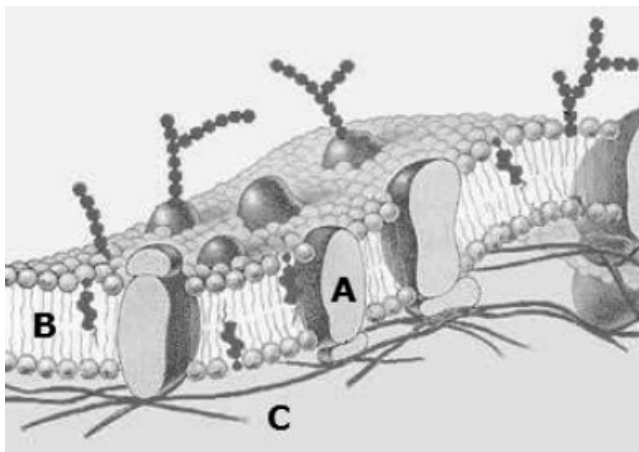
- a) I, apenas.
- b) I e II, apenas.
- c) I, II e III.
- d) III e IV.
- e) I, II e IV.

**10. (PUCRJ 2016)** A figura abaixo representa o modelo do mosaico fluido da membrana plasmática e as diferentes estruturas que a compõem.

Identifique as estruturas que estão associadas aos números, respectivamente:

	I	II	III	IV	V
a)	matriz extracelular	proteína periférica	colesterol	citoesqueleto	glicolípido
b)	matriz extracelular	glicolípido	proteína periférica	citoesqueleto	colesterol
c)	matriz extracelular	citoesqueleto	colesterol	glicolípido	proteína periférica
d)	matriz extracelular	citoesqueleto	colesterol	proteína periférica	glicolípido
e)	matriz extracelular	glicolípido	citoesqueleto	proteína periférica	colesterol

**11. (UDESC 2016)** A figura abaixo representa a estrutura proposta por Singer e Nicholson para a membrana plasmática.



Analise as proposições em relação à estrutura proposta por Singer e Nicholson e assinale (V) para verdadeira e (F) para falsa.

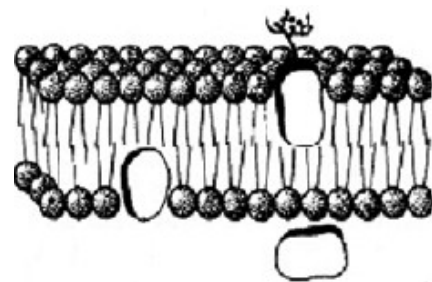
- ( ) A estrutura indicada por A representa a camada dupla de lipídios que compõem a membrana plasmática.
- ( ) A estrutura indicada por B representa as proteínas da membrana plasmática.
- ( ) A estrutura indicada por C são as fibras de celulose da parede celular.
- ( ) A estrutura proposta por Singer e Nicholson para a membrana plasmática independe de ser uma célula vegetal ou animal.
- ( ) Algumas proteínas presentes na membrana plasmática podem servir como receptores de substâncias para a célula.

Assinale a alternativa que contém a sequência correta, de cima para baixo.

- a) V – V – F – F – F
- b) V – V – F – V – V
- c) V – V – V – V – V
- d) F – F – F – V – V
- e) V – V – F – F – V

**12. (ACAFE 2016)** A membrana plasmática, também denominada membrana celular ou plasmalema é a estrutura que delimita todas as células vivas, tanto as procariontes como as eucarióticas.

A seguir está representado, esquematicamente, o modelo sugerido por dois pesquisadores, Singer e Nicholson, para a constituição da membrana plasmática, denominado Modelo Mosaico Fluido.

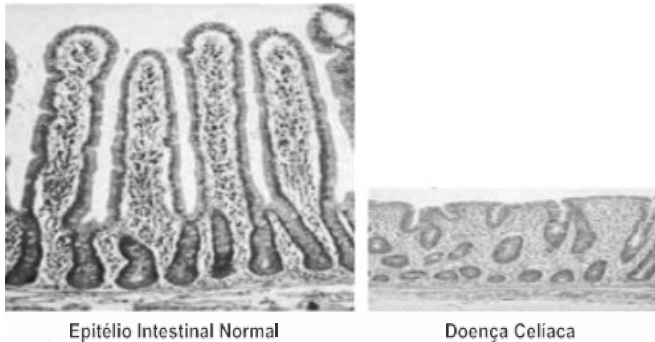


Acerca do tema, é correto afirmar:

- a) A membrana celular apresenta três funções principais: revestimento, proteção e permeabilidade seletiva. Na face externa da membrana plasmática dos animais encontramos o glicocálix que, entre outras funções, é responsável pelo reconhecimento celular, sendo, por isso, de grande importância em transplantes.
- b) Segundo o Modelo Mosaico Fluido, a membrana celular é formada basicamente por uma bicamada lipídica e por proteínas. A bicamada lipídica é constituída por fosfolipídios, colesterol e glicolipídios.
- c) Os fosfolipídios são os lipídios mais abundantes, constituídos de "caudas" polares (hidrofílica) e por ácidos graxos "cabeça" apolar (hidrofóbica).
- d) Como a membrana plasmática representa a superfície das células, muitas vezes necessita adaptações especiais, denominadas especializações da membrana. Entre essas especializações, encontram-se as microvilosidades, cuja função é aumentar a superfície de contato com o meio externo, possibilitando a adesão entre as células. São encontradas no epitélio do intestino delgado humano.
- e) A capacidade de uma membrana de ser atravessada por algumas substâncias e não por outras define a sua permeabilidade. A passagem de substâncias através das membranas celulares envolve vários mecanismos, como o transporte ativo, onde algumas substâncias podem atravessar a membrana plasmática de forma espontânea, sem gasto de energia, e o transporte passivo, onde ocorre o gasto de energia (ATP).

**13. (UEMG 2016)** Crianças e adultos, geneticamente predispostos, ao ingerirem glúten (mistura de proteínas que se encontram naturalmente no endosperma de sementes de gramíneas) iniciam a produção de anticorpos que atacam o próprio epitélio intestinal. Esse ataque resulta na perda das microvilosidades intestinais que desencadeia um conjunto de sinais e sintomas conhecidos como Doença Celíaca.

A figura abaixo demonstra o epitélio de indivíduos normais e as alterações que ocorrem em indivíduos portadores de Doença Celíaca.



Os portadores de Doença Celíaca ficam predispostos a desenvolverem

- a) hemofilia por deficiência na produção de fatores de coagulação.
- b) infecções respiratórias por deficiência no movimento ciliar da traqueia.
- d) infertilidade devido à falta de mobilidade do flagelo do espermatozoide.
- e) anemia por deficiência na absorção de ferro, vitamina B12 e ácido fólico.

**14. (MACKENZIE 2015)** A respeito da membrana plasmática, é correto afirmar que

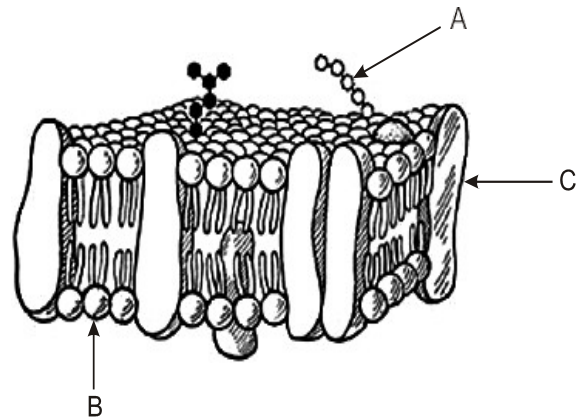
- a) as moléculas de fosfolípidios são completamente apolares.
- d) a fluidez da membrana permite a movimentação das proteínas que fazem parte dessa membrana.
- c) os canais de transporte permanecem abertos o tempo todo.
- d) a difusão facilitada é um processo que independe da participação de proteínas.
- e) a organização da membrana plasmática é diferente da membrana que forma as organelas celulares.

**15. (UEMA 2015)** Um indivíduo foi submetido a uma intervenção cirúrgica em que foi removida a metade do seu intestino delgado. Após alta hospitalar, o paciente passou a perder peso rapidamente em virtude da má absorção de nutrientes.

A estrutura celular perdida durante esse processo cirúrgico que comprometeu a absorção de nutrientes é denominada

- a) carioteca.
- b) interdigitação.
- c) microvilosidade.
- d) mitocôndria.
- e) cloroplasto.

**16. (MACKENZIE 2014)**



I. A respeito do esquema acima, que representa um fragmento de membrana plasmática, são feitas as seguintes afirmações.

II. A seta A indica o glicocálix, responsável por proteger a membrana.

III. As moléculas indicadas em B são líquidas, o que permite a movimentação de substâncias pela membrana.

IV. As diferenças de afinidade com a água, apresentadas pelos componentes da molécula, apontada em B, permitem a formação de uma película que regula a passagem de substâncias.

V. As moléculas, indicadas em C, podem servir como transportadoras de substâncias por meio da membrana.

São corretas

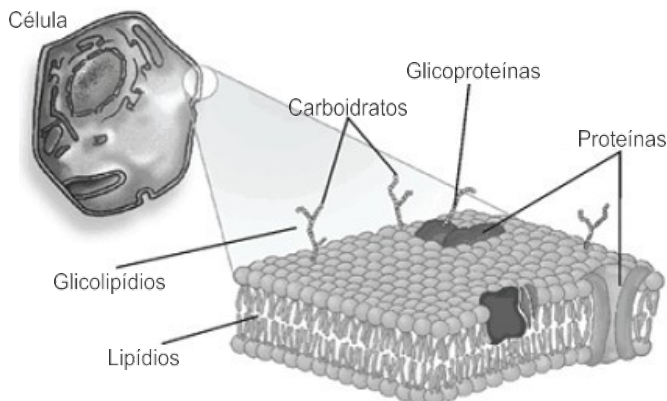
- a) apenas as afirmativas II, III e IV.
- b) apenas as afirmativas II e IV.
- c) as afirmativas I, II, III e IV.
- d) apenas as afirmativas I, II e III.
- e) apenas as afirmativas I, III e IV.

**17. (UECE 2014)** Sobre o modelo mosaico fluido das membranas celulares, é correto afirmar-se que

- a) os componentes mais abundantes da membrana são fosfolípidios, proteínas e aminoácidos livres.
- b) a membrana tem constituição glicoproteica.
- c) lipídios formam uma camada única e contínua, no meio da qual se encaixam moléculas de proteína.
- d) a dupla camada de fosfolípidios é fluida, possui consistência oleosa, e as proteínas mudam de posição continuamente, como se fossem peças de um mosaico.

**18. (IFSC 2014)**

Modelo atual de membrana plasmática



Fonte: <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Citologia/cito5.php>. Acesso: 13 out. 2013

Sobre a estrutura do modelo atual de membrana plasmática, proposto por Singer e Nicholson, é CORRETO afirmar que é um modelo:

- que sugere a existência de quatro camadas moleculares: duas externas constituídas de proteínas, envolvendo duas camadas internas, formadas de lipídios.
- disperso de proteínas, composto por duas camadas de carboidratos onde estão inseridas moléculas de proteínas.
- em mosaico fluido, composto por duas camadas de glicoproteínas onde estão inseridas moléculas de lipídios.
- em definição simétrica, composto por uma camada de fosfolípideo onde estão inseridas moléculas de proteínas.
- em mosaico fluido, composto por duas camadas de fosfolípideos onde estão inseridas moléculas de proteínas.

**19. (UNIOESTE 2012)** Considerando que a existência e a integridade da membrana plasmática são fundamentais para a célula, é correto afirmar que esta estrutura

- contém moléculas de lipídios que são incapazes de se deslocarem, não permitindo a passagem de substâncias entre os meios extracelular e intracelular.
- permite, pelo processo de osmose, a passagem de solutos em direção a maior concentração de suas moléculas.
- possibilita a célula manter a composição intracelular igual a do meio extracelular, em relação à água, sais minerais e macromoléculas.
- para a realização do transporte ativo, proteínas de membrana atuam como bombas de íons, capturando ininterruptamente íons de sódio e mantendo igual concentração entre os meios extracelular e intracelular.
- permite o movimento de fosfolípídios que lhes confere um grande dinamismo, pois deslocam-se continuamente sem perder o contato uns com os outros.

**20. (UNESP 2010)** Devido à sua composição química –a membrana é formada por lipídios e proteínas– ela é permeável a muitas substâncias de natureza semelhante.

Alguns íons também entram e saem da membrana com facilidade, devido ao seu tamanho. ...

No entanto, certas moléculas grandes precisam de uma ajudinha extra para entrar na célula. Essa ajudinha envolve uma espécie de porteiro, que examina o que está fora e o ajuda a entrar.

*(Solange Soares de Camargo, in Biologia, Ensino Médio. 2.ª série, volume 1, SEE/SP, 2009.)*

No texto, e na ordem em que aparecem, a autora se refere

- ao modelo mosaico-fluído da membrana plasmática, à difusão e ao transporte ativo.
- ao modelo mosaico-fluído da membrana plasmática, à osmose e ao transporte passivo.
- à permeabilidade seletiva da membrana plasmática, ao transporte ativo e ao transporte passivo.
- aos poros da membrana plasmática, à osmose e à difusão facilitada.
- aos poros da membrana plasmática, à difusão e à permeabilidade seletiva da membrana.

**GABARITO E PADRÕES DE RESPOSTAS****EXERCÍCIOS DE APRENDIZAGEM**

- 01.
- 02.
- 03.
- 04.
- 05.

**EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO****01. [B]**

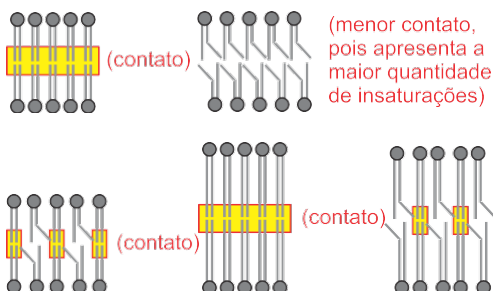
[Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]

A instauração em uma das cadeias de ácidos graxos, bem como tamanhos menores diminuem as interações moleculares entre os fosfolipídios, tornando a membrana plasmática mais fluida.

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Química]

De acordo com o texto, quanto maior for a magnitude das interações entre os fosfolipídios, menor será a fluidez da membrana. Invertendo o raciocínio: quanto menor for a magnitude das interações entre os fosfolipídios, maior será a fluidez da membrana.

Ao analisar as figuras percebe-se que a insaturação diminui o contato entre as camadas, por isso, quanto menor o contato (maior a quantidade de insaturações), maior será a fluidez e isto ocorre na figura II.

**02. [A]**

Representa uma parede celular, envoltório externo à membrana, relativamente espesso, constituído especialmente pelo glicídio (polissacarídeo) celulose.

Representa uma membrana plasmática, constituída por lipídios, em especial os fosfolipídios, com moléculas de proteínas.

Representa um vacúolo, que apresenta grande quantidade de água.

Representa um núcleo celular, que apresenta ácidos nucléicos (DNA e RNA).

**03. [D]**

Essa organização é encontrada nas células animais e em alguns protozoários, pois apresenta glicocálix (seta 2), que é uma malha de moléculas entrelaçadas que envolve a membrana plasmática, formado por glicolipídios (carboidratos associados a lipídios) e glicoproteínas (carboidratos associados a proteínas). A seta 1 indica as proteínas de membrana, que se movem entre as moléculas

de lipídios e auxiliam no transporte de substâncias tanto por transporte passivo quanto ativo. As membranas possuem dupla camada de fosfolipídios.

**04. [C]**

As junções comunicantes verificadas na membrana plasmática permitem a troca de moléculas entre células epiteliais adjacentes.

**05. [E]**

A difusão simples é um processo passivo de transporte de substâncias do meio mais concentrado para o meio menos concentrado, sem gasto de energia. A difusão facilitada também é um processo de passagem de substâncias do meio mais concentrado para o meio menos concentrado, porém com a utilização de proteínas carregadoras que fornecem um caminho passivo, sem gasto de energia. A osmose é a passagem de água do meio com menos concentração de solutos para um meio com mais concentração de solutos, sem gasto de energia. Se a membrana é permeável à determinada substância e, dependendo do gradiente de concentração, o transporte não gastará energia, sem a necessidade de ATP. O transporte ativo é um processo de passagem de substâncias com a utilização de proteínas e com gasto de energia.

**06. [A]**

A biomolécula 1 é um polissacarídeo componente do glicocálix e atua no reconhecimento intercelular.

**07. [D]**

Os componentes do glicocálix (ou glicocálice), presentes na face externa da membrana plasmática das células animais, que permitem o reconhecimento intercelular são os glicolipídios e glicoproteínas.

**08. [C]**

A membrana plasmática separa o meio interno da célula do meio externo, funcionando como barreira física, regulação de trocas entre os meios, comunicação e suporte estrutural. A membrana é composta por fosfolipídeos e proteínas, chamada de lipoproteica. Os fosfolipídeos (tipo de lipídeo) da membrana formam uma bicamada, onde estão inseridas as proteínas, com funções estruturais, enzimáticas, de recepção e transporte.

**09. [E]**

[III] O grupo de macromoléculas mais abundantes nas membranas das células são os fosfolipídios.

**10. [E]**

A matriz extracelular é o meio no qual as células de tecido animal estão inseridas, ela se encontra externa a membrana plasmática, e tem como principal função preencher os espaços não ocupados pelas células, conferir ao tecido resistência à compressão. Os glicolipídeos são carboidratos ligados covalentemente a lipídeos, sua função é o conhecimento célula-célula. Citoesqueleto, rede de microtúbulos, microfilamentos e filamentos intermediários que se ramificam pelo citoplasma, e tem como principais funções resistência mecânica, movimentação de organelas. Proteínas periféricas estão presentes em uma das superfícies

de camada lipídica ou associadas a uma proteína integral, a principal função das proteínas na membrana plasmática é transporte. O colesterol, está presente entre as moléculas de fosfolípidos na membrana plasmática de células de animais, sua função está relacionada à fluidez das membranas.

### 11. [D]

A estrutura indicada pela letra **A** é uma proteína transmembrana. A letra **B** indica a bicamada de fosfolípidos. A letra **C** indica o citosol e as proteínas do citoesqueleto.

### 12. [A]

O glicocálix é uma especialização observada na superfície externa da membrana plasmática de células animais. É constituído por polissacarídeos associados a proteínas e lipídios, geneticamente determinado, e atua como elemento de reconhecimento intercelular, receptor de hormônios e proteção da face externa da membrana.

### 13. [D]

A destruição das microvilosidades e vilosidades da mucosa do intestino delgado predispõe os portadores da doença Celíaca a desenvolverem anemia por deficiência na absorção de ferro, vitamina B12 e ácido fólico.

### 14. [B]

A fluidez da membrana plasmática determina por interações moleculares entre os fosfolípidos constituintes da bicamada, permite a movimentação das proteínas que fazem parte dessa estrutura celular.

### 15. [C]

As microvilosidades são evaginações da membrana plasmática das células epiteliais que revestem internamente o intestino delgado e são responsáveis pelo aumento da superfície de absorção alimentar.

### 16. [C]

Todas as afirmativas estão corretas e relacionadas com o modelo mosaico-fluido proposto para a arquitetura molecular da membrana plasmática.

### 17. [D]

O modelo mosaico fluido que propõe a arquitetura molecular das membranas celulares afirma a existência de uma bicamada de fosfolípidos fluida, onde se deslocam livremente diversos tipos de proteínas.

### 18. [E]

O modelo molecular para a membrana plasmática, proposto por Singer e Nicholson, em mosaico fluido é composto por uma bicamada de fosfolípidos onde se deslocam livremente diferentes tipos de proteínas.

### 19. [E]

A membrana plasmática é uma estrutura composta de fosfolípidos e proteínas que estão em constante mobilidade. Permite a passagem de substâncias (solutos) que irão entrar ou sair da célula, mantendo concentrações diferentes de

determinados íons. A passagem de água pela membrana (solvente) é chamada osmose.

### 20. [A]

Na sequência do texto, a autora se refere ao modelo do mosaico-fluido, que se baseia na composição lipoproteica da membrana plasmática; à difusão simples, quando cita permeabilidade de alguns íons; e ao transporte ativo quando faz referência à ajuda que certas moléculas de grande porte necessitam ter para entrar na célula.