

Unitat 27

La membrana plasmàtica i la paret cel·lular.

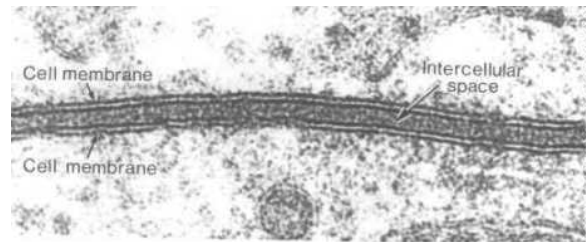
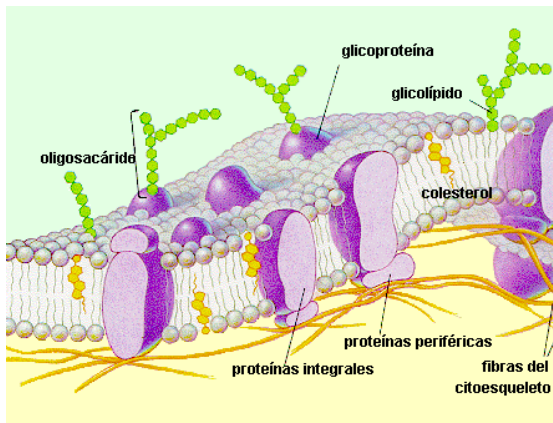
Citosol, citoesquelet. Sistemes de membranes i orgànuls. Motilitat cel·lular.

1. La membrana plasmàtica.
2. La paret cel·lular.
3. Citosol i citoesquelet.
4. Sistemes de membranes i orgànuls.
5. Motilitat cel·lular.

1. La membrana plasmàtica.

La membrana plasmàtica és un embolcall continu que envolta la cèl·lula i li confereix individualitat en separar-la del seu entorn. Presenta una permeabilitat selectiva i té un gruix aproximat de 75^oA.

Singer i Nicolson (1972) van proposar el **model del mosaic fluid** per a explicar l'organització general de les membranes biològiques. Segons aquest model, totes les membranes, ja sigui la membrana plasmàtica o les membranes internes que formen els orgànuls tenen una estructura general comuna: estan formades per una **bicapa lipídica** a la qual s'associen **proteïnes i glúcids**. Es parla de model fluid perquè tant els lípids com les proteïnes presenten moviment. A més, les membranes són **estructures asimètriques**, és a dir, totes les proteïnes de membrana tenen una orientació determinada en la bicapa lipídica, fet que és essencial per a la seva funció. També els lípids es distribueixen de manera asimètrica. L'asimetria és absoluta en el cas de les glicoproteïnes i dels glicolípidis; la part glucídica sempre es localitza en la superfície externa de les membranes plasmàtiques.

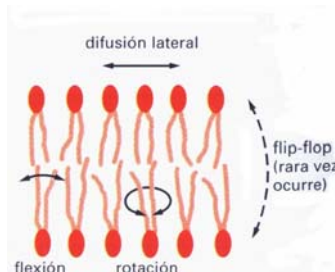


Lípids

Els lípids de la membrana plasmàtica es troben disposats formant una **bicapa**. Aquesta bicapa és l'estructura bàsica de totes les membranes biològiques.

Els tres tipus principals de lípids de les membranes són els **fosfolípids** (els més abundants), els **glicolípidis** i el **colesterol**. Els lípids de membrana són tots ells *anfipàtics*, per això, en un medi aquós, formen espontàniament bicapes que tendeixen a tancar-se sobre elles mateixes (autoacoblament). Això fa que els compartiments formats per les bicapes lipídiques es tanquin de nou si es trenquen (autosegellament).

La bicapa lipídica és **fluida**. Els lípids que la formen poden presentar quatre tipus de moviment. El més freqüent és la *difusió lateral* dins d'una monocapa; a més, poden presentar un moviment *de rotació* sobre ells mateixos, un *moviment de flexió* i de vegades, però amb menys freqüència, també poden presentar un *moviment en flip-flop* en el qual s'intercanvien els lípids d'una monocapa a una altra.



Les membranes per ser funcionals han de ser fluïdes. La fluïdesa depèn de la composició dels seus àcids grassos, de la temperatura i del contingut en colesterol.

La bicapa lipídica és *asimètrica*. La capa que dona a l'exterior és diferent que la que dona a l'interior. La capa interior és abundant en fosfatidilserina amb la qual cosa en conjunt hi ha una càrrega negativa interior. Des del punt de vista funcional, l'asimetria lipídica és important ja que permet a les proteïnes transportadores diferenciar el sentit del transport de substàncies.

Una propietat de les bicapes lipídiques és que, a causa del seu interior hidrofòbic, són molt impermeables als ions i a la majoria de molècules polars. Això fa que la membrana plasmàtica actuï de **barrera**, permeten que les cèl·lules retinguin la major part del seu contingut hidrosoluble i impedit l'entrada de substàncies.

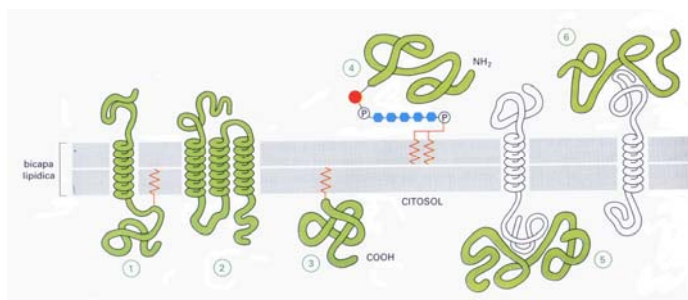
Proteïnes

De la mateixa manera que la bicapa lipídica constitueix l'estructura bàsica de les membranes biològiques, les proteïnes duen a terme la majoria de les funcions específiques de les membranes, amb la qual cosa, la quantitat i el tipus de proteïnes d'una membrana reflecteixen la seva funció.

Les funcions principals que exerceixen les proteïnes de la membrana són:

- *Funció transportadora* de molècules específiques cap a l'interior o l'exterior de la cèl·lula.
- *Funció enzimàtica*, catalitzant reaccions associades a la membrana.
- *Funció receptora* de senyals químics del medi que transmeten cap a l'interior cel·lular.
- *Funció estructural*, actuen com a ponts estructurals entre el citoesquelet de la cèl·lula i la matriu extracel·lular.

Les proteïnes es poden associar amb la bicapa lipídica de quatre formes diferents. Moltes travessen la bicapa d'un extrem a un altre (1 i 2), són les *proteïnes transmembrana*, són anfipàtiques, la part hidròfoba interacciona amb les cues dels fosfolípids veïns a l'interior de la bicapa, i la part hidrofílica queda exposada a ambdós costats de la membrana. Unes altres proteïnes es troben a la superfície de la bicapa, ja sigui en la cara interna (3) o en l'externa (4), unides mitjançant un enllaç covalent a un lípid o a carbohidrat. D'altres es troben unides mitjançant interaccions no covalents a altres proteïnes de membrana (5 i 6).



Algunes proteïnes poden tenir a l'igual que els lípids, un moviment lateral i un moviment rotatori, fet que és essencial per a moltes funcions. D'altres en canvi són pràcticament immòbils.

Funcions de la membrana

- Conferir individualitat a la cèl·lula
- Mantenir una permeabilitat selectiva per mitjà del control del pas de substàncies entre l'exterior i l'interior (transport actiu, transport passiu, endocitosis,, exocitosis)
- Produir i mantenir gradients electroquímics entre un costat i l'altre de la membrana
- Servir de suport a nombroses reaccions químiques.
- Controlar el flux d'informació entre les cèl·lules i el seu entorn.
- Mantenir les diferències entre el medi intern i el medi extern.
- Controlar el desenvolupament i la divisió cel·lular
- Etc.

Glicocalze

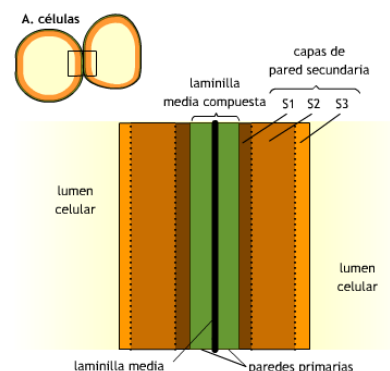
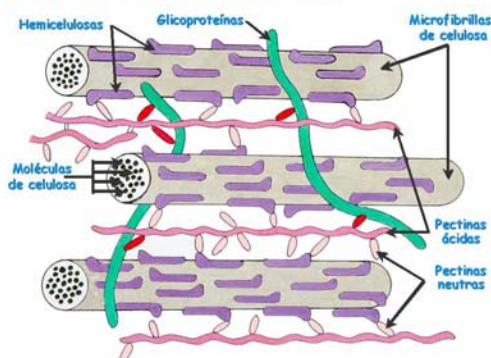
S'anomena glicocalze la zona perifèrica rica en hidrats de carboni de la superfície de la majoria de cèl·lules eucariotes. Aquesta coberta pot tenir un gruix de fins a 50nm, molt més gruixuda que la pròpia membrana. Està composta majoritàriament per les cadenes d'oligosacàrids dels glicolípid i de les glicoproteïnes de membrana.

El glicocalze conté receptors que reconeixen substàncies externes que controlen l'activitat cel·lular interna. També contenen glicoproteïnes antigèniques que proporcionen a les cèl·lules la seva identitat immunològica.

2. Paret cel·lular.

La presència d'una paret cel·lular és característica de les cèl·lules vegetals. La paret cel·lular és una coberta gruixuda situada damunt de la superfície externa de la membrana plasmàtica. Està formada per llargues fibres de cel·lulosa unides entre si per una matriu de polisacàrids, hemicel·lulosa i pectines, glicoproteïnes, elements minerals (especialment Ca^{+2}) i aigua.

La matriu de cel·lulosa



La paret cel·lular està estructurada en una sèrie de capes de creixement uniforme cap a l'interior. La primera capa és la **laminilla mitjana**, formada bàsicament per pectina, que actua cimentant les parets de cèl·lules adjacents. A continuació, entre la laminilla mitjana i la membrana es diposita la **paret cel·lular primària**, present en totes les cèl·lules i constituïda per una xarxa de molècules de cel·lulosa recobertes de ciment abundant. Quan la cèl·lula deixa de créixer diposita normalment, noves capes de cel·lulosa a l'interior de la paret primària i forma la **paret secundària** on la cel·lulosa predomina sobre el ciment i es troba ordenada en disposició

paral·lela. El nombre de capes de paret secundària és variable. La paret cel·lular secundària és molt més rígida i resistent que la primària. No totes les cèl·lules vegetals presenten paret secundària. Quan la cèl·lula presenta paret secundària només pot créixer en grossor, no en longitud. Existeix una relació entre l'activitat metabòlica d'una cèl·lula i la diferenciació de la paret secundària, com menys desenvolupada estigui la paret secundària, més activitat metabòlica presenta la cèl·lula.

Les parets cel·lulars presenten conductes fins que les travessen, anomenats **plasmodesmes**, que connecten entre ells els citoplasmes de les cèl·lules adjacents i permeten l'intercanvi de petites molècules.

En determinats teixits vegetals, la paret secundària es pot impregnar de diferents substàncies per tal d'augmentar la seva rigidesa i resistència o bé la seva impermeabilitat. En els teixits conductors que formen el xil·lema es produeix un dipòsit de lignina (**lignificació**), mentre que en determinades cèl·lules epidèrmiques pot produir-se una **mineralització**, impregnació de la paret amb carbonat de calci o sílice. Si el que interessa és la impermeabilització de les cèl·lules la modificació s'anomena **cutinització** o **suberització**, segons es disposi cutina o suberina : el primer cas explica la brillantor de fulles i fruits i el segon la formació del suro.

Funcions de la paret cel·lular

- Constitueix una mena d'exosquelet que protegeix i dona forma a la cèl·lula.
- Permet a les cèl·lules viure en el medi hipotònic de la planta.
- La lignificació que té lloc en teixits de suport i de conducció, reforça les parets i permet el port erecte de les plantes i la formació de vasos conductors.
- La cutinització i la suberització que tenen lloc en teixits protectors impermeabilitzen la superfície de la planta i eviten la pèrdua d'aigua
- Constitueix una barrera per al pas de substàncies i agents patògens a la cèl·lula vegetal.

3. Citosol i citoesquelet.

El citosol és el medi aquós del citoplasma en què es troben immersos els orgànuls cel·lulars. Representa una mica més de la meitat del volum total de la cèl·lula.

Té consistència gelatinosa i la seva composició és complexa. S'hi trobem dissolts ions inorgànics, nombroses molècules orgàniques petites (aminoàcids, monosacàrids, nucleòtids, coenzims i metabòlits intermedis de les rutes metabòliques), molècules de ARN i una **gran quantitat de proteïnes**, la majoria **enzims** que catalitzen un gran nombre de reaccions del metabolisme cel·lular. En el citosol trobem també unes estructures granulars especials, els **ribosomes**, constituïts per dues subunitats, una major (60S en eucariotes) i una menor (40S en eucariotes), compostes de ARN i proteïnes, que participen en la síntesis de proteïnes. La major part del metabolisme intermediari i de la síntesis de proteïnes té lloc al citosol.

En el citosol de moltes cèl·lules s'emmagatzemen substàncies de reserva en forma de grànuls, anomenats **inclusions**. Per exemple, les cèl·lules musculars i els hepatòcits contenen grànuls de glicogen i els adipòcits contenen grans gotes de greix, que poden arribar a ocupar gairebé tot el citosol.

El citosol conté una gran quantitat de filaments proteics que li proporcionen una estructura interna complexa. El conjunt d'aquests filaments constitueix el **citoesquelet**.

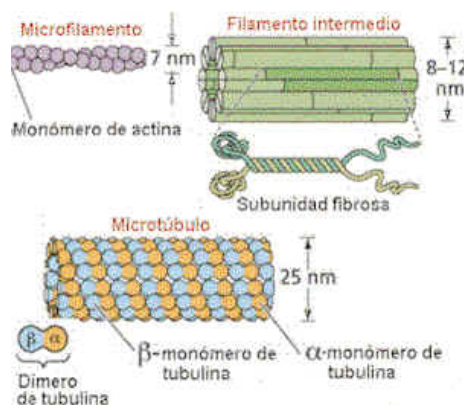
El citoesquelet

Totes les cèl·lules eucariotes tenen un esquelet intern, el citoesquelet, format per una complexa xarxa de filaments proteics que s'estenen per tot el citoplasma.

El citoesquelet confereix a la cèl·lula la seva forma i la capacitat de moviment, i li proporciona un entramat intern que li permet tant disposar dels seus orgànuls en els llocs adequats, com transportar-los d'una banda a una altra de la cèl·lula. El citoesquelet també està implicat en el procés de divisió cel·lular.

Es format per tres tipus de fibres: els microfilaments, els microtúbuls i els filaments intermedis. Els tres tipus de fibres estan interconnectades entre si formant el citoesquelet.

- Els **microtúbuls** tenen un diàmetre de 25 nm , són cilíndrics i formats per subunitats d'una proteïna anomenada **tubulina**. Són el principal component del citoesquelet, són utilitzats per la cèl·lula per a mantenir la seva forma, són també els principals components de cilis i flagels. De longitud variable poden augmentar la seva longitud afegint subunitats de proteïna per un extrem o disminuir-la eliminant-ne per l'altre extrem. Intervenien també en el procés de la divisió cel·lular i en el moviment de vesícules i orgànuls.
- Els **microfilaments** són les fibres més primes, tenen un diàmetre entre 5 i 9 nm, estan formats per subunitats de la proteïna **actina** i són usats per la cèl·lula per canviar la seva estructura o per mantenir-la. També poden variar de longitud i intervenir en els processos de divisió i motilitat.
- Els **filaments intermedis** tenen un diàmetre intermedi entre els anteriors, i les proteïnes que els formen varien segons el tipus cel·lular. La major part són proteïnes fibroses amb la qual cosa no poden variar de longitud tan fàcilment com els altres. Intervenien en l'estructura de la membrana nuclear i des d'aquí poden irradiar i associar-se a microtúbuls.



4. Sistemes de membranes i orgànuls.

Les cèl·lules eucariotes presenten extensos sistemes de membranes intracel·lulars, que envolten gairebé la meitat del seu volum total, dividint-lo en compartiments intracel·lulars coneguts amb el nom d'**orgànuls cel·lulars**.

Els orgànuls cel·lulars són els següents: reticle endoplasmàtic, aparell de Golgi, nucli, mitocondris, lisosomes, peroxisomes, vacúols i cloroplasts (en cèl·lules vegetals).

La quantitat total de membranes intracel·lulars que existeix a nivell de tots els orgànuls és considerable. En % en superfície, la membrana plasmàtica representa un percentatge molt petit respecte la resta, i el percentatge de membrana del reticle endoplasmàtic és el més alt.

El **reticle endoplasmàtic** està format per una xarxa complexa de membranes interconnectades que s'estenen per tot el citoplasma. La membrana del RE forma cisternes, sàculs i túbuls aplanats que defineixen un espai intern anomenat lumen. El RE pot ser **rugós** (si porta adherits ribosomes en la cara externa de la seva membrana) o **llis** (si no en porta). Cèl·lules joves, amb una gran activitat, presenten un RE molt desenvolupat, cèl·lules envellides, que no necessiten síntesis proteica, tenen un RE poc desenvolupat.

- **RE rugós:** la membrana del RE rugós es una continuació de la membrana nuclear i forma cisternes i sàculs aplanats. Els ribosomes s'uneixen a la membrana per la subunitat major gràcies a que la membrana conté unes glicoproteïnes específiques responsables de la unió. El RE rugós està implicat en la *síntesis de proteïnes i el seu transport* així com en la *glicosilació de les proteïnes*.
- **RE llis:** en la major part de cèl·lules és una prolongació del RE rugós, sense ribosomes i amb un aspecte diferent, forma una xarxa fina de túbuls. Implicat en la *síntesis de substàncies lipídiques* (fosfolípids, colesterol, hormones esteroides, etc), i en determinades cèl·lules (cèl·lules hepàtiques, cèl·lules del ronyó, intestinals, de la pell, etc) intervé en *processos de destoxicació*. Per gemació del RE llis es formen els peroxisomes. Les cèl·lules musculars tenen un RE llis especialitzat i complex que rep el nom de *reticle sarcoplasmàtic*.

L'**aparell de Golgi** és un complex membranós molt relacionat funcionalment amb el RE. Està format per un conjunt de cisternes, limitades per membranes llises, aplanades i apilades, anomenades **dictiosomes**. Cada dictiosoma conté, normalment, entre quatre i sis cisternes de les quals es desprenen per gemmació petites vesícules carregades de substàncies. En un dictiosoma es distingeixen dues cares diferents: una **cara cis** o d'entrada i una **cara trans** o de sortida. Entre el dictiosoma (cara cis) i el RE existeixen un conjunt de *vesícules de transició* que porten molècules (lípidis i proteïnes) des del RE a l'aparell de Golgi. Aquestes molècules es desplacen a través del dictiosoma, en la direcció cis a trans i, a mesura que passen d'una cisterna a l'altra, pateixen una sèrie de modificacions. El pas d'una cisterna a l'altra es realitza mitjançant vesícules que es formen per gemmació en els extrems d'una cisterna i es fusionen amb la següent. Un cop les molècules ja han madurat sortiran de l'aparell de Golgi cap a les seves destinacions finals, ja siguin intracel·lulars o extracel·lulars.

A més d'intervenir en els processos de secreció, l'aparell de Golgi participa en el reciclatge de la membrana plasmàtica (durant l'exocitosi la membrana de les vesícules secretores passa a formar part de la membrana plasmàtica), en la glicosilació de lípidis i proteïnes, en la formació dels lisosomes i en la formació dels vacúols en les cèl·lules vegetals.

Els **lisosomes** són vesícules envoltades de membrana que contenen enzims hidrolítics encarregats de la digestió intracel·lular de macromolècules. Contenen al voltant d'uns 40 enzims diferents, tots ells hidrolases àcides (proteases, nucleases, glicosidases, lipases, fosfatases, etc). Segons la procedència del material implicat en la digestió, s'hi poden distingir dos processos diferents: heterofàgia (material d'origen exogen) i autofàgia (material d'origen endogen). L'heterofàgia intervé en processos com ara la nutrició i la defensa cel·lular. L'autofàgia està relacionada amb el recanvi dels components cel·lulars. Els **lisosomes primaris** sols contenen enzims però no el substrat per a la digestió. Quan aquests capten els substrats es transformen en **lisosomes secundaris**.

Els **vacúols** són grans vesícules membranoses que poden arribar a ocupar fins al 90% del volum cel·lular. Són característics de les cèl·lules vegetals. La membrana dels vacúols rep el nom de **tonoplast**. Emmagatzemen una gran varietat de substàncies (substàncies de reserva, productes de rebuig, pigments, etc.) A vegades funcionen com a lisosomes. Intervenien en els processos osmòtics de la cèl·lula. L'augment de grandària de les cèl·lules vegetals és degut, en gran part, a l'acumulació d'aigua en els seus vacúols.

Els **peroxisomes** són vesícules membranoses, generalment de forma esfèrica, que contenen enzims oxidatius, especialment *catalases* (els més abundants) i *oxidases*. Les oxidases duen a terme reaccions oxidatives de degradació d'àcids grassos i aminoàcids que fan servir l'oxigen molecular tot generant peròxid d'hidrogen, que, per ser un agent molt tòxic, és eliminat per la catalasa descomponent l'aigua oxigenada en aigua i oxigen molecular. La catalasa utilitza també el peròxid d'hidrogen, per oxidar diversos substrats que poden entrar a la cèl·lula (etanol, metanol, formaldehid, etc), realitzant així una funció de destoxicació. En les plantes hi ha un tipus especial de peroxisomes, anomenats **glioxisomes**, que transformen els greixos emmagatzemats en les llavors en sucres, necessaris per al desenvolupament de l'embrió.

Els **mitocondris** són orgànuls energètics, amb el seu propi ADN, presents en totes les cèl·lules eucariotes. La funció principal dels mitocondris és l'obtenció d'energia en forma d'ATP mitjançant la **respiració cel·lular**. Aquesta energia es fonamental per a dur a terme totes les activitats cel·lulars. Varien de grandària, de nombre i de forma, segons l'organisme, el tipus de cèl·lula i l'estat metabòlic: normalment són com a bastonets allargats, aproximadament del tamany d'un bacteri, amb un nombre promig de 2000 per cèl·lula. Estan envoltats per dues membranes: una **membrana externa** llisa i una **membrana interna** molt plegada que augmenta la seva superfície; les invaginacions de la membrana interna reben el nom de **crestes mitocondrials**. Aquestes membranes defineixen dos compartiments diferents: l'espai **intermembranós** entre ambdues membranes i la **matriu**, limitada per la membrana interna. La **membrana externa** conté moltes proteïnes de transport que formen grans canals la qual cosa la fa molt permeable, i per tant l'espai intermembranós és químicament molt semblant al citosol. La **membrana interna** conté tres tipus principals de proteïnes: les que catalitzen les reaccions d'oxidació de la cadena respiratòria, un complex enzimàtic anomenat *ATP sintetasa* que catalitza la producció d'ATP en la matriu, i unes proteïnes específiques de transport que regulen el pas de metabolits cap a la matriu i cap a l'exterior. La **matriu** té una consistència gelatinosa i conté centenars d'enzims diferents (entre els que podem destacar els necessaris per a l'oxidació del piruvat i dels àcids grassos i per al cicle de krebs), molts metabolits, ADP, ATP i ions inorgànics. Conté també diverses còpies de ADN circular, ARN i ribosomes 70S.

Altres funcions dels mitocondris: producció de precursors per a la síntesi de diverses substàncies (precursors per a la síntesi d'aminoàcids, àcids grassos, glucosa, etc) i síntesis de les proteïnes codificades per l'ADN mitocondrial.

Els **cloroplasts** són orgànuls energètics, amb el seu propi ADN, exclusius de les cèl·lules vegetals i de les algues. Contenen clorofil·la i en ells té lloc la **fotosíntesi**. Són orgànuls relativament grans (molt més grans que els mitocondris), de forma generalment lenticular o cilíndrica, de color verd i visibles al microscopi òptic. Estan envoltats per dues membranes concèntriques: la **membrana externa**, molt permeable i la **membrana interna**, menys permeable, en la que es troben certes proteïnes de transport especials. Ambdues membranes delimiten un estret **espai intermembranós**. La membrana interna envolta un gran espai intern, l'**estroma**, amb nombrosos enzims solubles diferents. A l'estroma es localitza una membrana contínua anomenada **membrana tilacoidal**, que tanca un espai intern conegut com **lumen o espai tilacoidal**. La membrana tilacoidal està molt plegada i forma un conjunt de vesícules aplanades o **tilacoides**. Els tilacoides poden trobar-se apilats formant els **grana**. Les reaccions de la fase lluminosa de la fotosíntesi es localitzen a la membrana tilacoidal, on hi ha el sistema fotosintètic de captació de llum (els pigments fotosintètics), la cadena de transport electrònic i una ATP sintetasa. Les reaccions de la fase fosca de la fotosíntesi tenen lloc a l'estroma i al citosol cel·lular. A més de nombrosos enzims, l'estroma conté una o més còpies d'ADN circular, ARN, ribosomes 70S, metabolits diversos, grànuls de midó i plastoglòbuls (inclusions lipídiques i plastoquinona).

Altres funcions del cloroplast: constitueixen un lloc d'emmagatzemament temporal del midó i síntesi d'algunes proteïnes del cloroplast.

El **nucli** és l'orgànul més voluminós de la cèl·lula i, a més, es pot dir que és un orgànul director ja que conté la majoria de l'ADN cel·lular. Sol ocupar una posició central en la cèl·lula, encara que moltes d'elles el tenen desplaçat cap a un costat del citoplasma. L'embolcall nuclear és doble, ja que està format per una membrana interna que delimita el nucli i una altra externa que en ocasions es prolonga amb el reticle endoplasmàtic. En alguns llocs les dues membranes es fusionen, deixant regions desproveïdes de membrana anomenades **porus nuclears**. A l'interior del nucli es troben els nuclèols i la cromatina, tota una matriu de ADN associada a histones que durant el procés de la divisió cel·lular es condensa i dona lloc als cromosomes. En el nucli tenen lloc processos tan importants com la replicació de l'ADN i la transcripció de l'ARN

5. Motilitat cel·lular.

Els moviments cel·lulars poden ser per cilis i flagels i mitjançant l'emissió de pseudopodis. La contracció de les cèl·lules musculars també és un tipus de moviment.

Els **cilis** i els **flagels** són prolongacions mòbils, d'uns 25 nm de diàmetre, presents en la superfície de molts tipus de cèl·lules. La seva funció és permetre el desplaçament d'una cèl·lula a través d'un líquid o la de desplaçar el líquid per sobre de la superfície de la cèl·lula. Els protozoos utilitzen el cilis tant per al seu desplaçament com per a capturar partícules alimentàries. En els vertebrats, les cèl·lules epitelials del tracte respiratori, utilitzen els cilis per a traslladar cap a la boca el mucus, juntament amb partícules de pols o cèl·lules mortes. Els cilis de les cèl·lules que revesteixen les trompes de Falopi, ajuden a traslladar els òvuls des de l'ovari cap a l'úter. Els flagels permeten el desplaçament dels espermatozoides.

Els cilis són curts i nombrosos mentre que els flagels són llargs i escassos. Tots dos presenten la mateixa estructura però diferent tipus de moviment. Els cilis tenen un moviment tipus pendular, vibren. Els flagels tenen un moviment ondulant i rotatori. En un cilis i en un flagel es poden distingir tres parts: a) L'*eix o axonema*, envoltat per la membrana plasmàtica, la flexió del qual produeix el moviment. L'axonema es format per 2 microtúbuls centrals i 9 parells de microtúbuls

perifèrics, tots ells orientats paral·lelament a l'eix principal del cili o del flagel. b) La *zona de transició*, que correspon a la base del cili o del flagel. c) El *corpuscle basal* situat per sota de la membrana plasmàtica i amb la mateixa estructura que els centríols de la cèl·lula. Serveix d'encolatge del cili i del flagel a la cèl·lula.

Els **pseudopodis** són prolongacions temporals, envoltades de membrana, que utilitzen alguns organismes unicel·lulars i determinats tipus de cèl·lules d'organismes pluricel·lulars per desplaçar-se i per capturar l'aliment. Aquest moviment, també anomenat **moviment ameboide**, és típic de les amebes. També s'observa en macròfags (cèl·lules fagocitaries del cos humà i altres vertebrats). El moviment es deu al flux d'una part de citoplasma més líquida cap a la perifèria cel·lular on es troba una part de citoplasma més consistent. Això produeix la deformació de la membrana i origina el pseudopodi.