

## COMPARTIMENTALIZAÇÃO COMO DISPOSITIVO DE EVOLUÇÃO



Aproximadamente 4 bilhões de anos atrás a terra estava esfriando, de uma grande bola de rocha fervente para um ambiente menos inóspito, com presença de água líquida e com surgimento de moléculas derivadas do carbono. É aqui onde começa a se desenhar o que mais tarde iremos chamar de vida.

Nesse cenário, que iria diferenciar partículas vivas de todas as outras? O que iria diferenciar a primeira célula de todas as outras estruturas da terra?

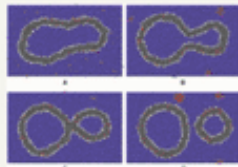
Isso mesmo, a fronteira entre ela e o meio.

Quando se tem uma barreira entre as moléculas e o exterior, abrimos espaço para condicionar o nosso próprio ambiente. Isso permite tanto espacialmente quanto temporalmente a evolução da vida.



Claro, as primeiras membranas eram muito mais simples. Há teorias sobre micelas lipídicas alongadas e bem frágeis, mas que seriam capaz de armazenar RNA.

Ao lado vemos uma demonstração de Markvoort (2010) sobre como em dadas circunstâncias as micelas poderiam se dividir espontaneamente.



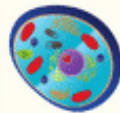
### Uma fronteira? a membrana isola a célula do ambiente?

Não. A membrana é seletiva e permeável, o que faz com que mesmo em um ambiente "controlado" a célula ainda se comunica com o exterior, de maneira eficiente e segura.

Os seres procarióticos, que surgiram aproximadamente 3 bilhões de anos atrás, possuíam apenas a membrana plasmática, com seu material genético espalhado pelo seu interior. Com o passar do tempo, algumas coisas foram se transformando.

Até que houve um momento, aproximadamente 1,7 bilhões de anos atrás em que havia células capazes de proteger seu material genético com uma membrana especial e repartições destinadas a processos específicos. Eles tinham superfícies maiores, que poderiam se especializar em alguns processos importantes, e até realizar mais de um processo ao mesmo tempo.

Essa célula é conhecida como célula eucariótica, e ela é uma prova de que a organização te leva mais longe.



A ilustração de cima representa uma célula eucariota moderna, e a de baixo a de uma célula procariota moderna, no caso uma bactéria, retirado do site [significados.com](http://significados.com)

Pelo menos duas partes das células eucariotes surgiram de um jeito muito singular, a endossimbiose. O cloroplasto (em eucariotes fotossintetizantes) e a mitocôndria. Eles tem DNA próprio e vieram de células procariotas que viviam livres, mas que em algum momento foram unidas a outra célula (que seria uma precursora do modelo eucariote) e essa união foi tão vantajosa que ficou como organela em todas as células eucariotes.

As cianobactérias são os únicos seres procariotes que fazem fotossíntese se entende que foi a parceria entre uma cianobactéria e uma bactéria eucariote ancestral que deu esse "poder" para as células vegetais, que hoje contam com o cloroplasto para realizar fotossíntese.



Imagem representando uma célula vegetal, a seta parte da ilustração do cloroplasto. Adaptado do site [repositphotos](http://repositphotos)

Quando o mundo era dominado por cianobactérias, elas produziram tanto O<sub>2</sub> que mudaram a composição da atmosfera terrestre, o que causou uma grande mudança nos seres, eles precisariam agora se adaptar para viver consumindo o O<sub>2</sub>. Nesse momento, a endossimbiose com organismos capazes de liberar energia vindo do O<sub>2</sub> foi fundamental. Hoje, as células eucariotas têm uma organela chamada mitocôndria, que veio desta união, nos possibilitando produzir energia de forma aeróbica com eficiência.



Esquema representando como a mitocôndria (e os cloroplastos) foi incorporada na célula. Imagem retirada do artigo "Origem das mitocôndrias em células eucariotas: uma revisão" de V. S. Torres (2020)

De modo geral, a compartimentalização trouxe muitas vantagens além da vantagem temporal (fazer mais de uma atividade ao mesmo tempo):

Criar microambientes no interior da célula que otimizam a atividade enzimática, sem prejudicar o restante da célula

Ex.: catalase e oxidase peroxissomais, que funcionam melhor em pH alcalino.

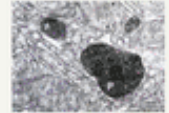


foto tirada por microscopia eletrônica do peroxissomo, organelo que abriga a enzima da catalase (imagem do apto. de biologia da UFC)

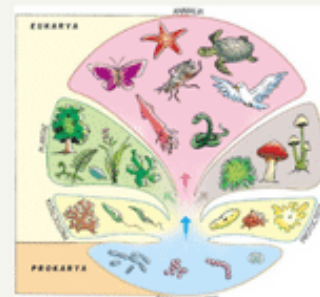


Ilustração de uma célula vegetal com ênfase no vacúolo, adaptado de [repositphotos](http://repositphotos).

Outro exemplo são os vacúolos, estrutura presente nas células vegetais, que se assemelha a uma "bolsa", que podem ser utilizados para regulação de pH e controle osmótico armazenar substâncias de interesse ou até isolar metais pesados.

As células eucarióticas representaram um aumento expressivo na complexidade morfológica das espécies que surgiram, inclusive a própria diversidade de seres eucariotes impressiona. O período estimado entre a primeira célula procariote até a primeira eucariote surgiu é de 2 bilhões de anos (aproximadamente), da primeira célula eucariote até hoje se passaram mais ou menos 1,5 bilhões de anos.

Obviamente fatores externos também influenciaram no incremento de pluralidade das espécies do planeta. Mas a capacidade das eucariotes de realizar vários processos ao mesmo tempo de forma ordenada foi indispensável. Como a célula é a unidade básica da vida, toda adaptação necessária para conquistar mais um espaço no planeta passa por alguma adaptação dela própria.



Representação das classificações taxonômicas mais abrangentes. Sendo "prokaryota" englobando os procariotes "eukarya" englobando os eucariotes. Retirado de [repositphotos](http://repositphotos)

Referências  
DE ROBERTIS, E.D.P.; DE ROBERTIS, E.M.F. Jr. Cell and molecular biology, 2nd ed. Philadelphia: Saunders College, 1980.  
Geoffrey M. Cooper "A Célula - Uma Abordagem Molecular", 2ª ed. ARTMED EDITORA S.A  
SILVA, André da. A compartimentação de vias metabólicas: uma ferramenta da natureza e do Homem. 2016. 36 f. Artigo de Revisão - Curso de Ciências Biológicas, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.  
V. S. Torres. UNISANTA Biosciencia Vol. 9 nº 2 (2020) p. 155 - 165. Página 155. Origem das mitocôndrias em células eucariotas: uma revisão.  
por: Esther Rocha