

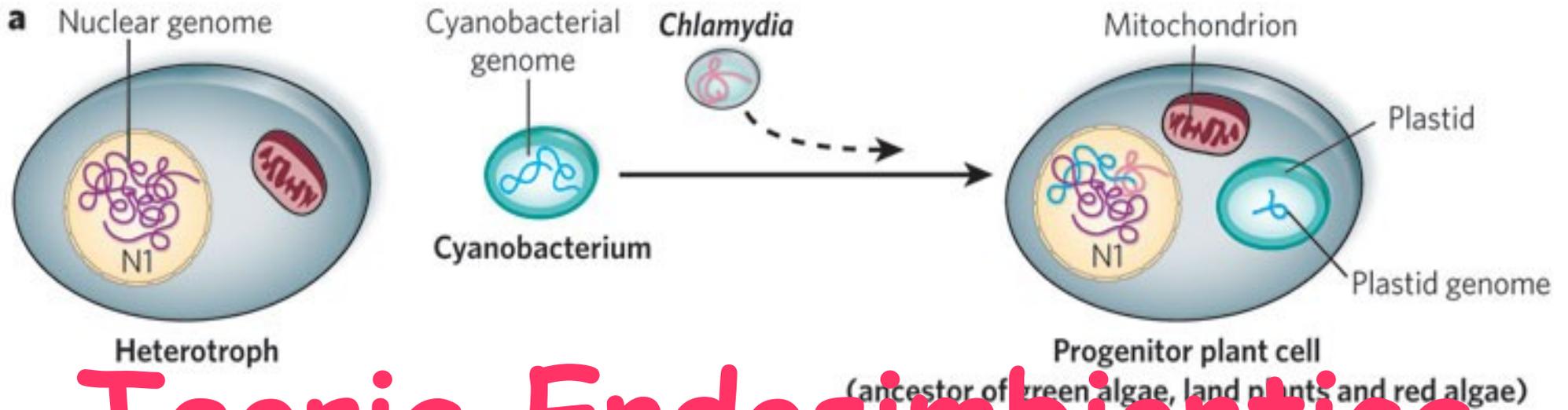
*La vita non conquistò la terra  
attraverso la lotta, ma attraverso  
la cooperazione.*



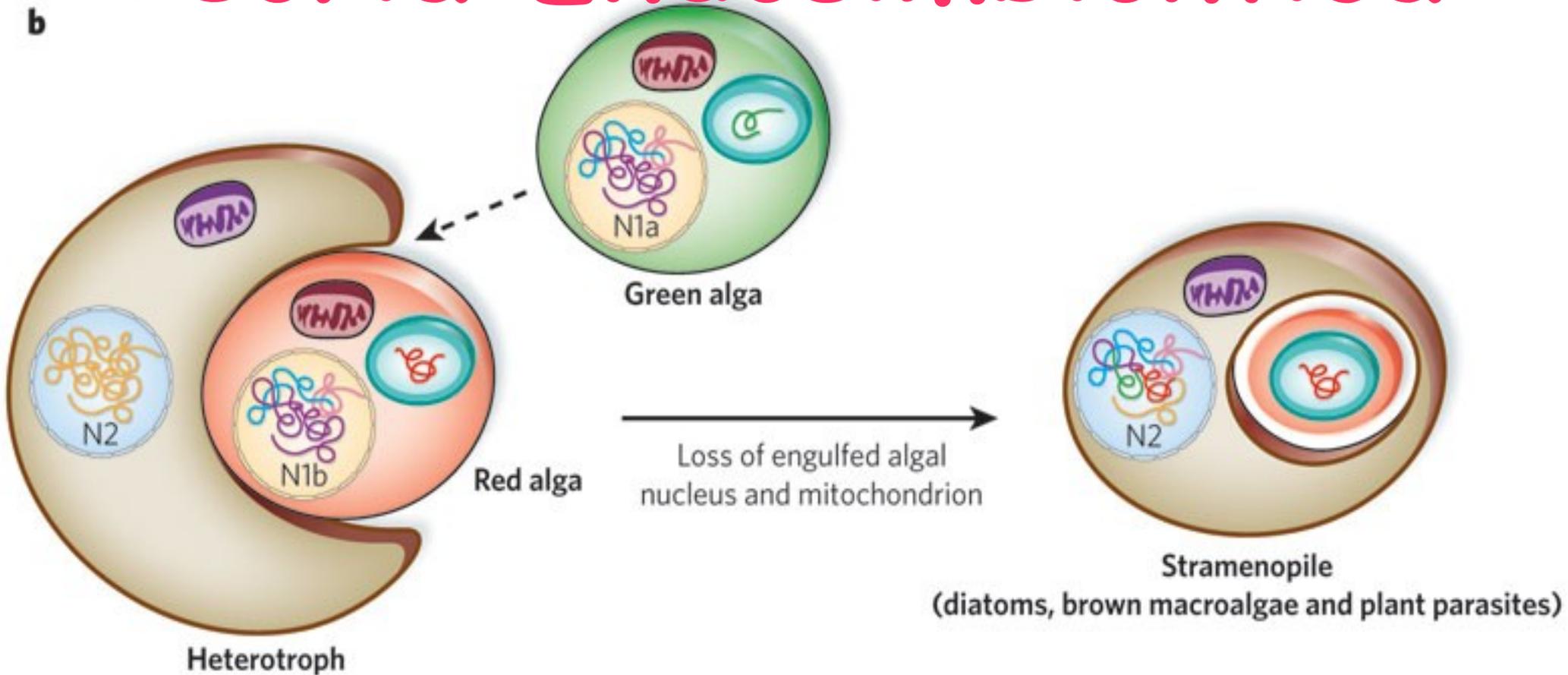
# Lynn Margulis



Nata a Chicago nel 1938, intraprende gli studi universitari (abbastanza giovane) e infine nel 1958 si laurea in Biologia. Durante il dottorato scopre la presenza di DNA nei mitocondri e da qui comincia a ipotizzare la teoria dell'edosimbiosi. Nel 1970 diventa professore associato alla Boston University. Qui riesce a mettere a punto la sua teoria cominciando a riscuotere anche numerosi consensi. Nel 1981 pubblica *Symbiosis in Cell Evolution*. É morta nel 2011 all'età di 73 anni.

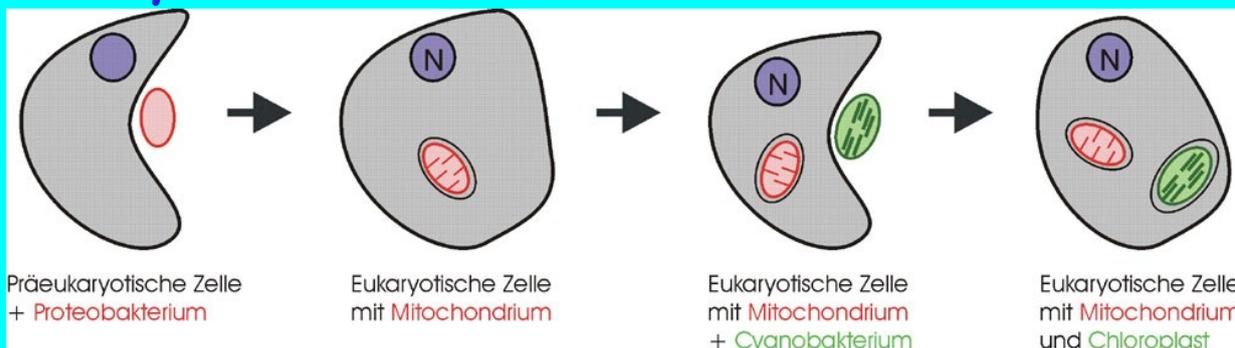


# Teoria Endosimbiontica



# Prime teorie

Nel 1905 per la prima volta fu articolata una sorta di teoria dell'endosimbionte dal Botanico russo Konstantin Mereschkowski. Egli infatti era già a conoscenza dell'osservazione del 1883 di Schimper, dove si era notata la somiglianza tra i cloroplasti e i cyanobacteria. Per questa somiglianza Schimper aveva proposto che le piante verdi derivassero dall'unione simbiotica di due organismi di cui uno era appunto un cyanobacteria.



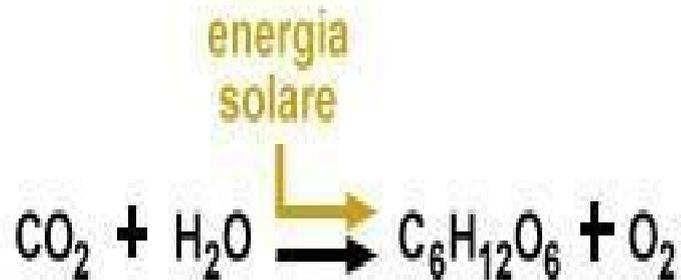


Dopo queste due ipotesi si era fatto avanti nel 1909 lo zoologo Umberto Pierantoni formulando la teoria della simbiosi fisiologica ereditaria. Successivamente Ivan Wallin, nel 1920, estese l'idea anche ai mitocondri. Queste teorie non vennero mai prese in considerazione e portate avanti finché negli anni 60 la Margulis scoprì la presenza di DNA all'interno di mitocondri e plastidi.

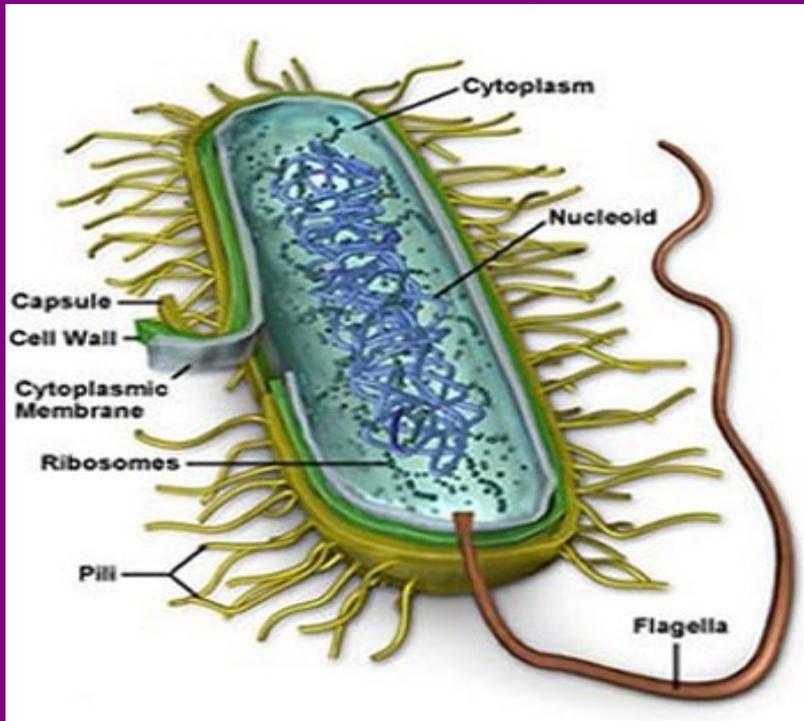
# Alla base della vita

Inizialmente l'atmosfera non conteneva ossigeno perchè era presente solo allo stato liquido, legato all'idrogeno. Per questo le prime forme di vita procariote avevano un metabolismo anaerobico, ovvero produzione di energia in assenza di ossigeno.

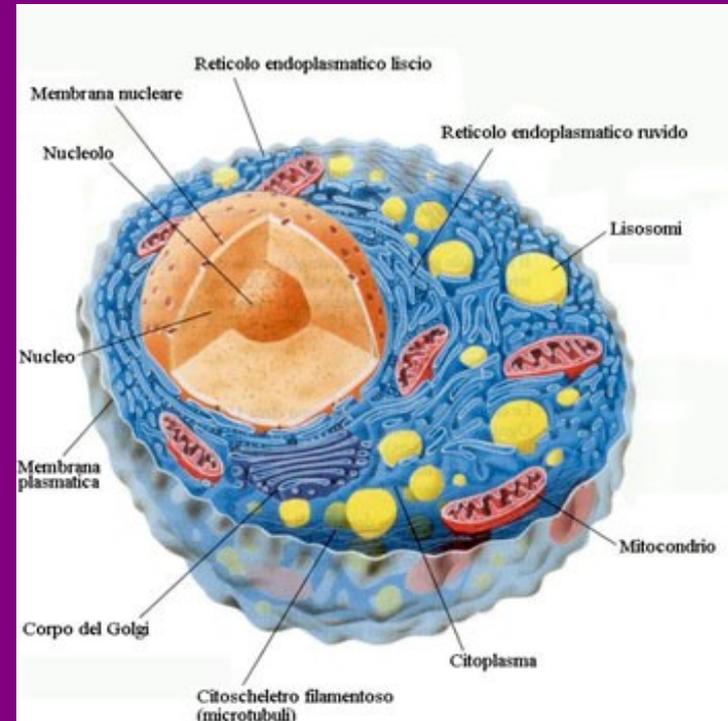
Grazie ai primi procarioti in grado di fare la fotosintesi, cyanobacteria e alghe blu, cominciò la produzione di ossigeno ( $O_2$ ). Le cellule procariote dominarono la terra per circa due miliardi di anni rendendo l'atmosfera "respirabile". A questo punto i procarioti si adattarono alle nuove condizioni e cominciarono ad usare il metabolismo aerobico, produrre energia in presenza d'ossigeno, che si rivelò più vantaggioso ed efficiente di quello anaerobico.



Oggi dopo diverse trasformazioni esistono due tipi di cellule, quelle procariote, iniziali, e quelle eucariote, formatesi in seguito. Questi due tipi di cellule hanno notevoli differenze tra loro:

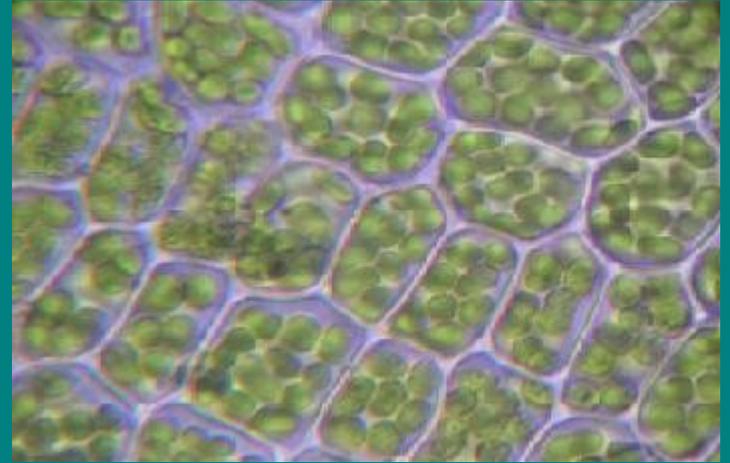


Cellula Procariota



Cellula Eucariota

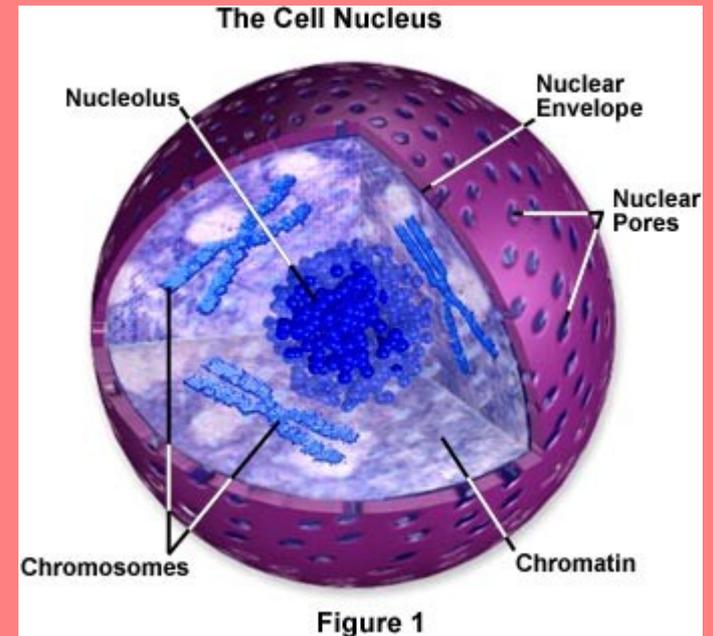
- Le cellule procariote sono dotate di una parete cellulare in peptidoglicano. Invece non tutte le cellule eucariote hanno una parete cellulare, solo quelle vegetali. In realtà la parete di quelle vegetali non è neanche composta di peptidoglicano, ma di cellulosa.



Cellule vegetali separate tra loro da sottili pareti cellulari.

- Le cellule eucariote hanno un complesso sistema di membrane interne, mentre la struttura delle cellule procariote è molto semplice.

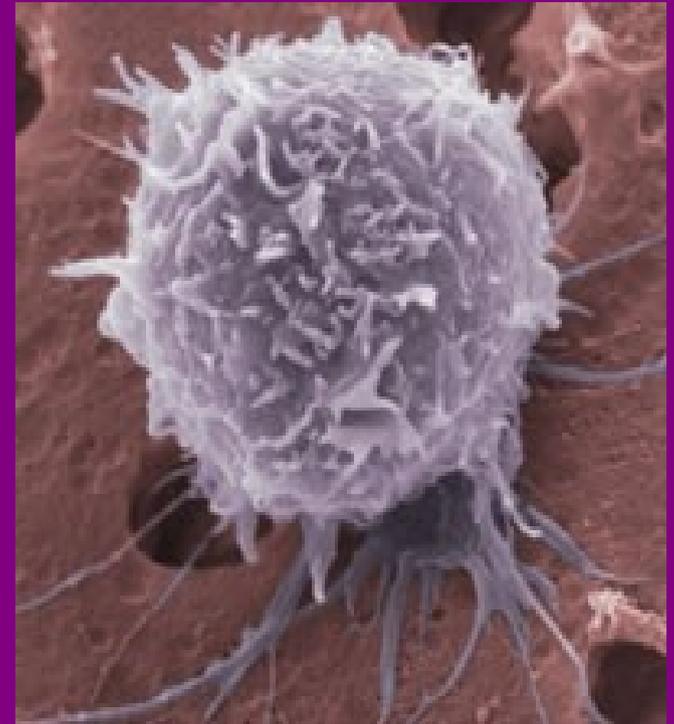
- Le cellule procariote hanno un singolo cromosoma circolare all'interno del nucleolo, una zona non ben definita perché manca la membrana nucleare. Invece nelle cellule eucariote vi è una zona ben precisa che è quella del nucleo dove risiedono gli acidi nucleici.



- Ovviamente le cellule eucariote sono più grandi di quelle procariote.

# La svolta

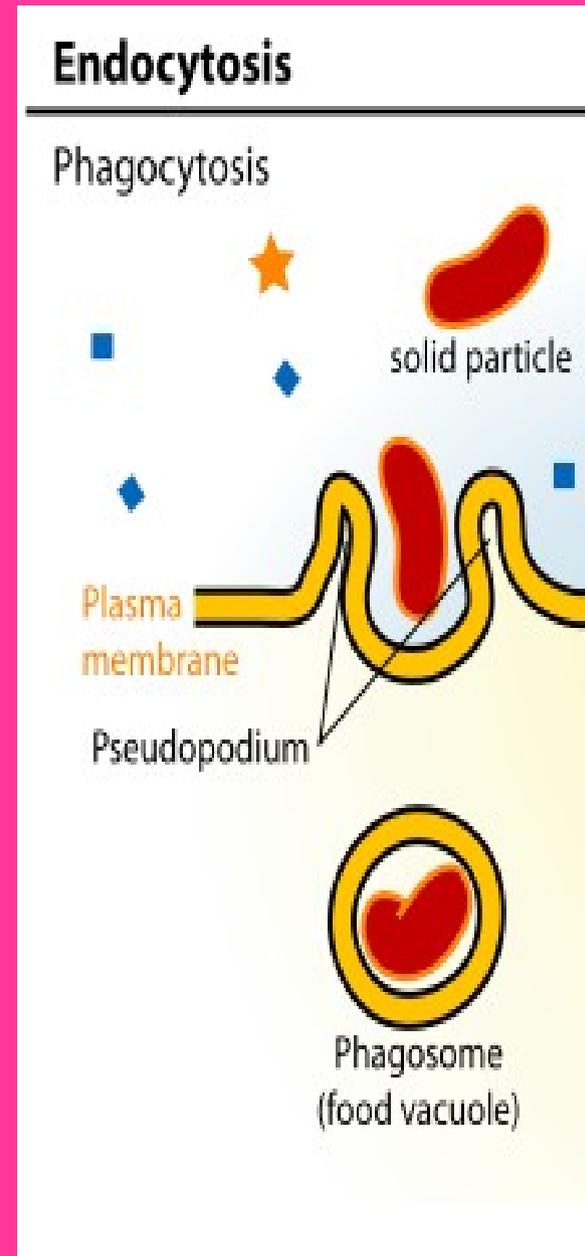
La teoria endosimbiontica sostiene che la cellula eucariote si è formata dall'unione in simbiosi di due cellule procariote. Però per arrivare a questo prima ci sono stati dei cambiamenti in queste cellule che hanno reso possibile l'unione.



Cellula staminale

Uno dei cambiamenti più importanti è stato la perdita della parete cellulare, attraverso l'azione di molecole antibiotiche (prodotte generalmente in natura da alcuni funghi). Probabilmente alcuni batteri, cercando di eliminare i loro competitori, avrebbero usato proprio gli antibiotici naturali per impedire la sintesi del peptidoglicano e quindi la formazione della parete cellulare.

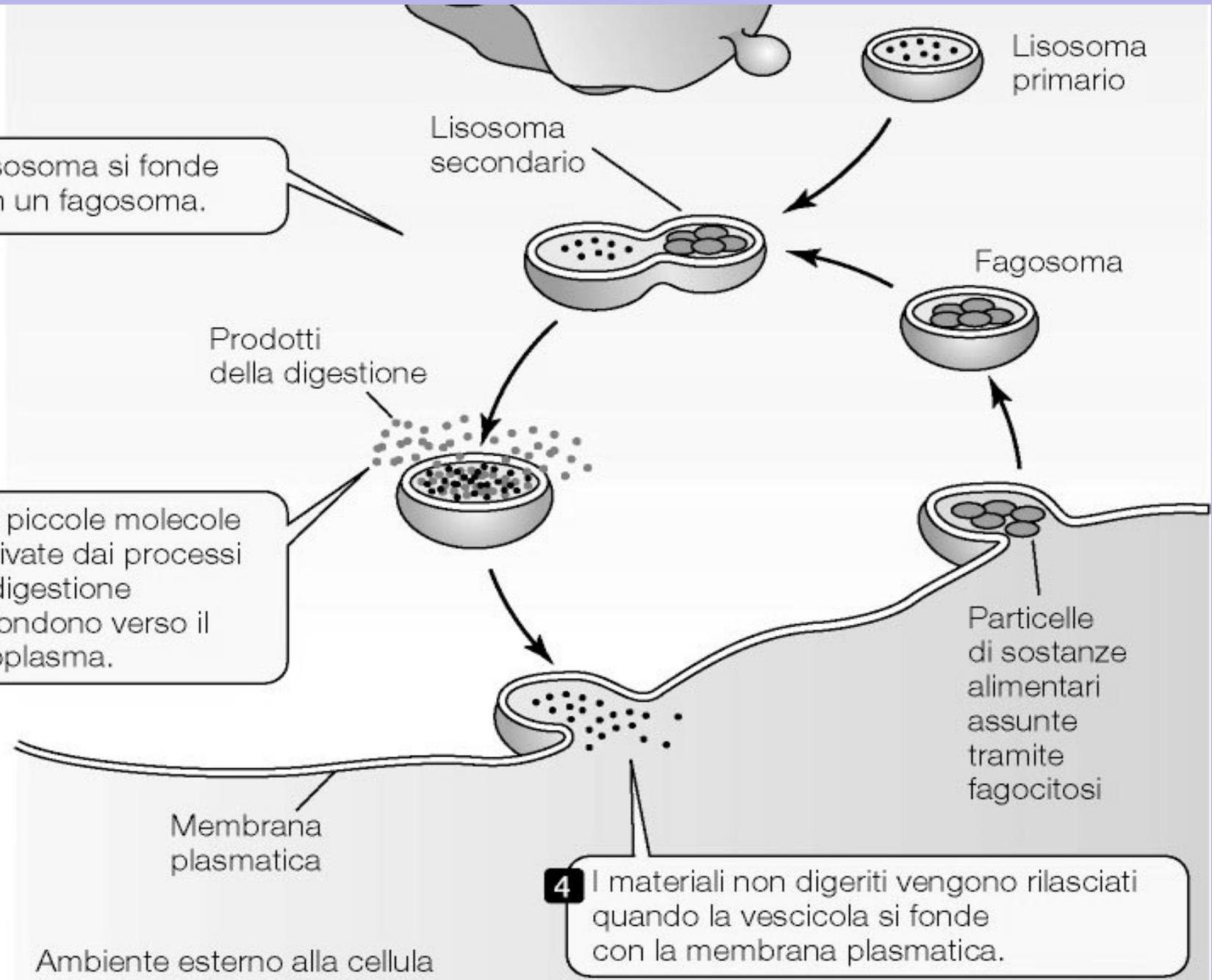
La prima cosa che può avvenire dopo la perdita della parete cellulare è la fagocitosi. Questo processo ha reso possibile la formazione delle membrane interne alla cellula. Si tratta di fagocitosi quando viene trasportata all'interno della cellula una sostanza che è solida, come i batteri. Questa sostanza a contatto con la membrana cellulare ne provoca un'estensione intorno a tale sostanza che viene racchiusa in un vacuolo. Successivamente alcuni lisosomi entrano nel vacuolo immettendo all'interno i loro enzimi idrolitici.



**2** Il lisosoma si fonde con un fagosoma.

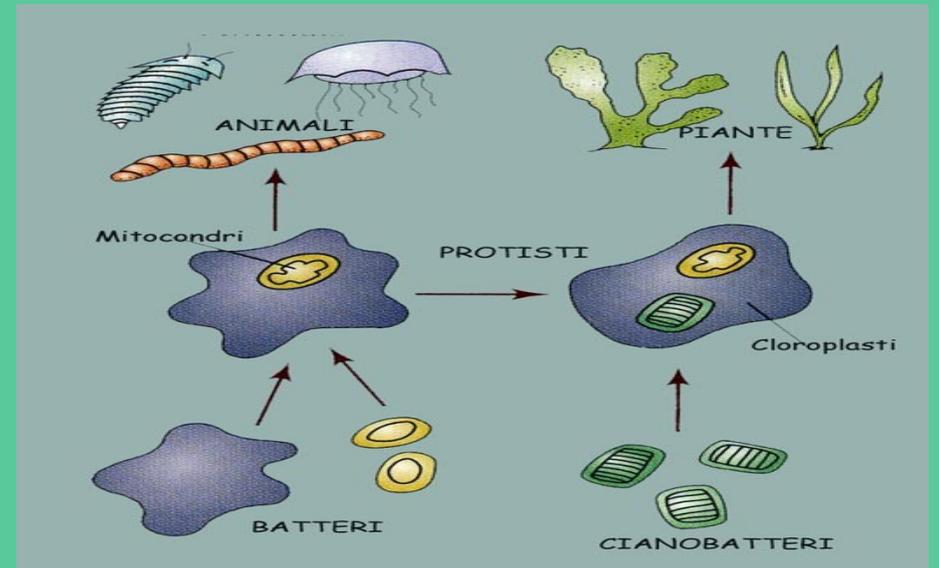
**3** Le piccole molecole derivate dai processi di digestione diffondono verso il citoplasma.

**4** I materiali non digeriti vengono rilasciati quando la vescicola si fonde con la membrana plasmatica.



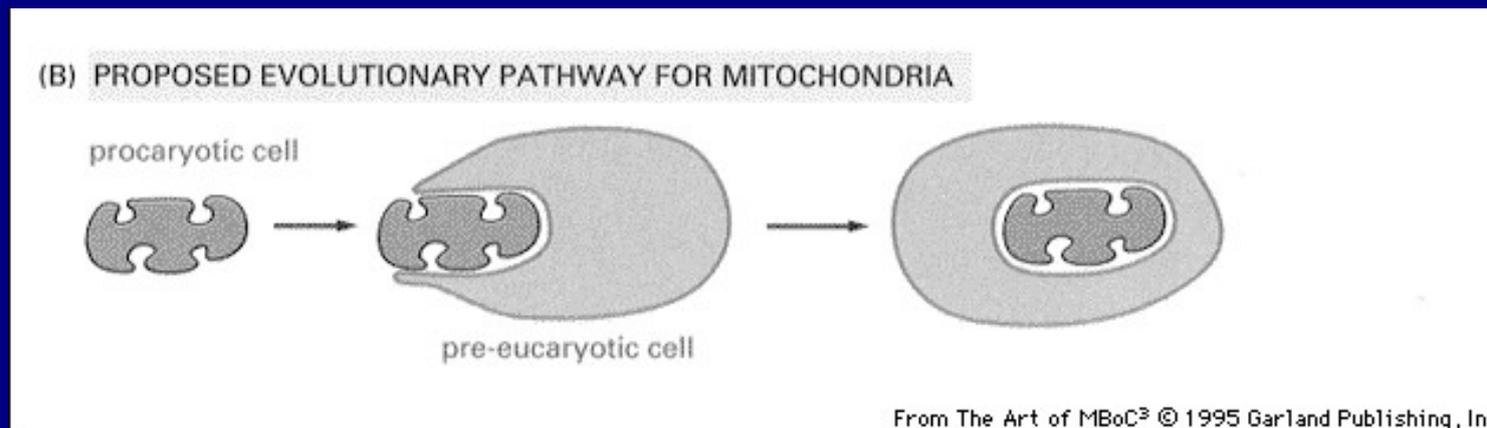
Esempio di fagocitosi

Quindi la perdita della parete cellulare è molto importante perché, oltre ad aver dato la possibilità di fagocitosi, ha fatto sì che si formassero i cromosomi lineari al posto di quelli circolari presenti nei procarioti. La scoperta di questi processi è alla base della teoria endosimbiontica della Margulis.



I mitocondri e i plastidi (es. cloroplasti) possono essere un esempio di endosimbiosi. E ciò è dato da diverse prove che danno quasi la certezza di questo.

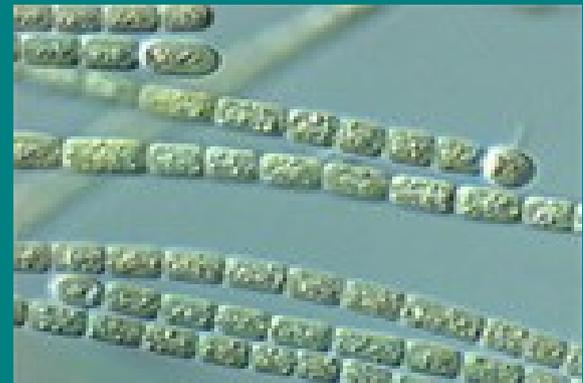
- Per prima cosa sia i mitocondri che i plastidi hanno il DNA diverso da quello contenuto nel nucleo
- Entrambi sono circondati da più di due membrane, di cui la più interna mostra una struttura simile a quella procariota.



Esempio  
di  
endosimbiosi

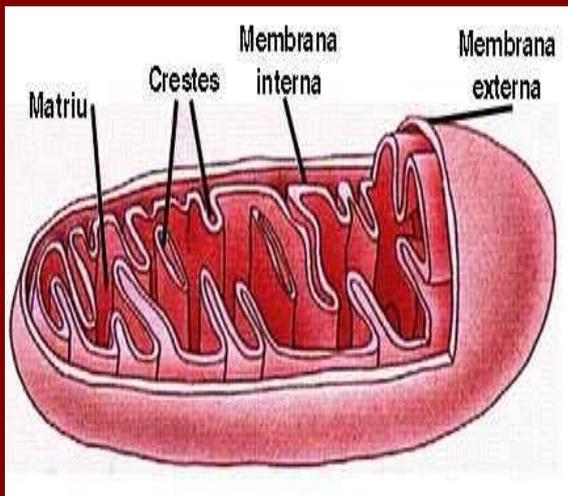
- Nuovi mitocondri si possono formare solamente mediante scissione binaria che è lo stesso modo in cui si riproducono i batteri (in certi tipi di alghe i plastidi possono essere distrutti per diversi fattori senza disturbare il funzionamento della cellula. In questi casi inoltre i plastidi non si rigenerano).
- Vi è una somiglianza tra *cianobatteri* e cloroplasti.
- L'analisi del DNA nel nucleo cellulare ha portato a pensare che alcuni geni appartenessero in precedenza ai plastidi.

Anabaena, tipo di cianobatterio filamentoso

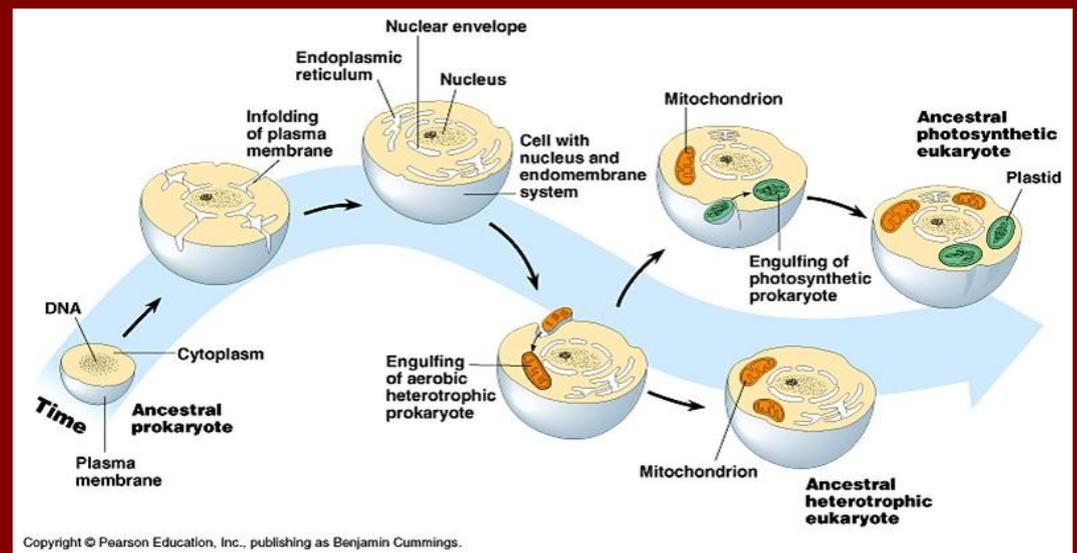


• La cellula è divisa in una sorta di compartimenti o aree, ognuna specializzata in qualcosa. I mitocondri principalmente si occupano della respirazione cellulare, i cloroplasti della fotosintesi.

Ciò fa pensare alla simbiosi. Due cellule si uniscono per comodità, per scambiarsi l'un l'altra qualcosa. La Margulis ha sempre parlato di cooperazione anche se altri hanno pensato invece a schiavismo.



Mitocondrio



In sintesi la teoria endosimbiontica coinvolge l'ingresso di un batterio in un altro organismo vivente. A questo punto, in realtà, può ancora inglobare altri esseri creando forme di simbiosi molto interessanti. In fin dei conti il lavoro della Margulis oltre ad essere ben strutturato è anche molto interessante. È riuscita a vedere simbiosi in molti casi, anche in quelli considerati schiavismo perché per lei e Sagan, suo collaboratore:

"Life did not take over the globe by combat, but by networking."

*Lavoro di Beatrice Frasacco III A*

