

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental
Componente curricular: BIOLOGIA APLICADA
Aula 1-2

Professor Antônio L. Ruas Neto:

1. Créditos: 60
2. Carga horária semanal: 4
3. Semestre: 1°
4. Ementa.
5. Roteiro: ver impresso
6. A origem da vida
7. Biogênese e abiogênese
8. Exercícios:
 1. Quando surgiu a vida?. 2. Quais foram os eventos mais importantes?
 3. Como surgiram as células procarióticas e eucarióticas?
 4. O que era a teoria da geração espontânea ou da abiogênese histórica?

- **Preâmbulo: Vida o que é?**
- Segundo alguns autores, vida é uma característica que distingue objetos que tem sinais e processos vitais dos que não tem.
- Um ser vivo que mantém sistemas vitais contíguos é um **organismo** e estes são organizados como **células**.
- Os **organismos** tem as seguintes características:
- **Homeostase**: regulação do ambiente interno para manter um estado constante.
- **Organização**: É celular. A célula é a unidade. Na célula há componentes fundamentais, os ácidos nucleicos DNA e RNA que formam genes e os fazem funcionar.
- **Metabolismo**: transformação de energia em componentes celulares (anabolismo) e em decomposição de matéria orgânica (catabolismo). Energia é necessária para o metabolismo.
- **Crescimento**: O anabolismo predomina sobre o catabolismo e o organismo cresce, mesmo que internamente.

- **Preâmbulo: Vida o que é?**
- **Adaptação:** Modificações ocorrem em resposta ao ambiente e ocorre evolução.
- **Estímulo gera resposta:** As respostas são expressas em químicos, movimentos, sentidos.
- **Reprodução:** Habilidade de produzir novos organismos individuais, definidos geneticamente.
-
- **Os vírus são seres vivos, mas não são organismos:**
 - 1. Possuem genes ou pré-genes organizados em RNA ou DNA;
 - 2. Mantém adaptação e evolução;
 - 3. Sofrem um tipo de reprodução chamada de replicação, criando cópias. Precisam de uma outra célula para esta reprodução.
 - 4. Não tem metabolismo



- **1. A Origem da Vida:** A evolução química da vida.
- A teoria de Oparin (1924, 1936), a concepção científica da origem da vida, uma proposta de evolução química rumo à abiogênese inicial. Os microorganismos atuais têm semelhança com os primeiros seres vivos.
-
- A vida surgiu *espontaneamente* sobre o planeta, através da evolução *química* de substâncias não vivas.
- Os eventos ocorreram há bilhões de anos. Os mesmos elementos que formam os organismos vivos (carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio) também existem fora deles. Nos vivos estão combinados para formar as moléculas complexas da vida, como proteínas, polissacarídeos, lipídios e ácidos nucleicos. A seguir uma série de teorias sobre o tema.

• 1. A Origem da Vida

- **Wöhler** (1828): "substâncias orgânicas ou complexas, como a uréia, podem ser formadas em condições de laboratório a partir de substâncias simples, inorgânicas.
- Assim se as condições adequadas surgiram da Terra, no passado, então a vida poderia ter aparecido do inorgânico. Os tijolos básicos são: açúcares simples, os 20 tipos de aminoácidos, os 4 nucleotídeos de DNA e os 4 de RNA, e os lipídios
- Depois de Wöhler, os químicos descobriram que esses compostos podem ser feitos em laboratório, se houver uma fonte de carbono, de nitrogênio, e uma certa quantidade de energia disponível. Assim sendo, se as condições adequadas tivessem estado presentes, no passado da Terra, essas substâncias poderiam ter se formado sem grandes dificuldades.

• 2. As ideias de Oparin

- 1) Sabe-se que o planeta formou-se 4,5 bilhões de anos atrás e as primeiras evidências de vida surgiram um bilhão de anos depois, quando a crosta se solidificou, há 3,5 bilhões de anos.
- 2) A composição da atmosfera primitiva foi provavelmente diferente da atual; não havia nela O_2 ou N_2 ; existia amônia (NH_3), metano (CH_4), vapor de água (H_2O) e hidrogênio (H_2).

• 2. As idéias de Oparin

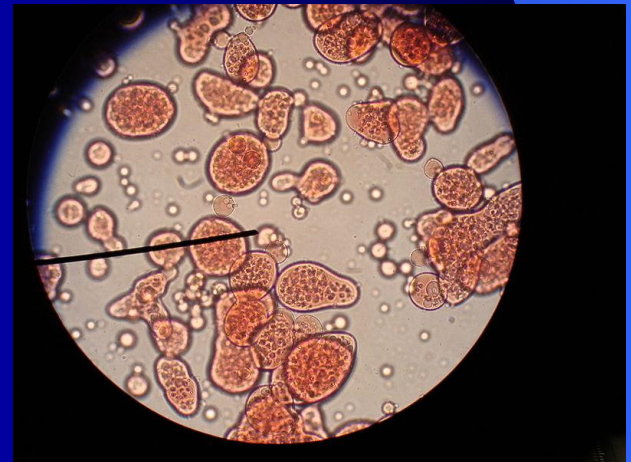
-
- 3) O vapor de água se condensou à medida que a temperatura da crosta diminuiu. Caíram chuvas sobre as rochas quentes, o que provou nova evaporação, nova condensação e assim por diante. Portanto, um ativo ciclo de chuvas.
- 4) Radiações ultravioleta e descargas elétricas das tempestades agiram sobre as moléculas da atmosfera primitiva: algumas ligações químicas foram desfeitas, outras surgiram; apareceram assim novos compostos na atmosfera, alguns dos quais orgânicos, como os aminoácidos, por exemplo.

• 2. As idéias de Oparin

- 5) Aminoácidos e outros compostos foram arrastados pela água até a crosta ainda quente. Compostos orgânicos combinaram-se entre si, formando moléculas maiores, como os “proteínóides” (ou substâncias similares a proteínas).
- 6) Quando a temperatura das rochas tornou-se inferior a 100°C, já foi possível a existência de água *líquida* na superfície do globo: os mares estavam se formando. As moléculas orgânicas foram arrastadas para os mares.
- Na água, as probabilidades de encontro e choques entre moléculas aumentaram muito; formaram-se agregados moleculares maiores, os *coacervados*, que continham lipídios e mantinham-se separados no meio (1-100 μm).

• 2. As idéias de Oparin

- 7) Os *coacervados* ainda não são seres vivos; no entanto eles continuam se chocando e reagindo durante *um tempo extremamente longo*; algum coacervado pôde casualmente atingir a complexidade necessária (a diferença entre vida e não vida é a complexidade de organização).
- Os coacervados teriam que atingir a propriedade de duplicar-se.
- Admite-se que isto foi o primórdio da vida, sob forma extremamente primitiva.



• 3. Experiências confirmadoras.

- Miller (1953) reproduziu em laboratório algumas das condições previstas por Oparin. Construiu um aparelho, que era um sistema fechado, no qual fez circular durante 7 dias uma mistura de gases: metano, hidrogênio, amônia e vapor de água estavam presentes. Um reservatório de água aquecido à temperatura de ebulição permitia a formação de mais vapor de água, que circulava arrastando os outros gases.

- Num certo lugar do aparelho, a mistura era submetida a descargas elétricas constantes, simulando os “raios” das tempestades que se acredita terem existido na época. Um pouco adiante, a mistura era esfriada e, ocorrendo condensação, tornava-se novamente líquida. Ao fim da semana, a água do reservatório, analisada pelo método da cromatografia, mostrou a presença de muitas moléculas orgânicas, entre as quais alguns aminoácidos.

• 3. Experiências confirmadoras.

- Miller não provava que aminoácidos se formaram na atmosfera primitiva; demonstrava que, *caso as condições de Oparin tivessem se verificado*, a síntese de aminoácidos teria sido possível.
- **Sidney Fox** (1957), aqueceu uma mistura seca de aminoácidos e verificou que entre muitos deles acontecem ligações peptídicas, formando-se moléculas semelhantes a proteínas (na ligação peptídica ocorre perda de água ou desidratação).
- Presume-se que os aminoácidos caíram sobre as rochas *quentes*, trazidos pela água da chuva e poderiam ter sofrido combinações formando moléculas maiores, os proteinóides, que acabariam sendo carregadas aos mares em formação.

• 3. Experiências confirmadoras.

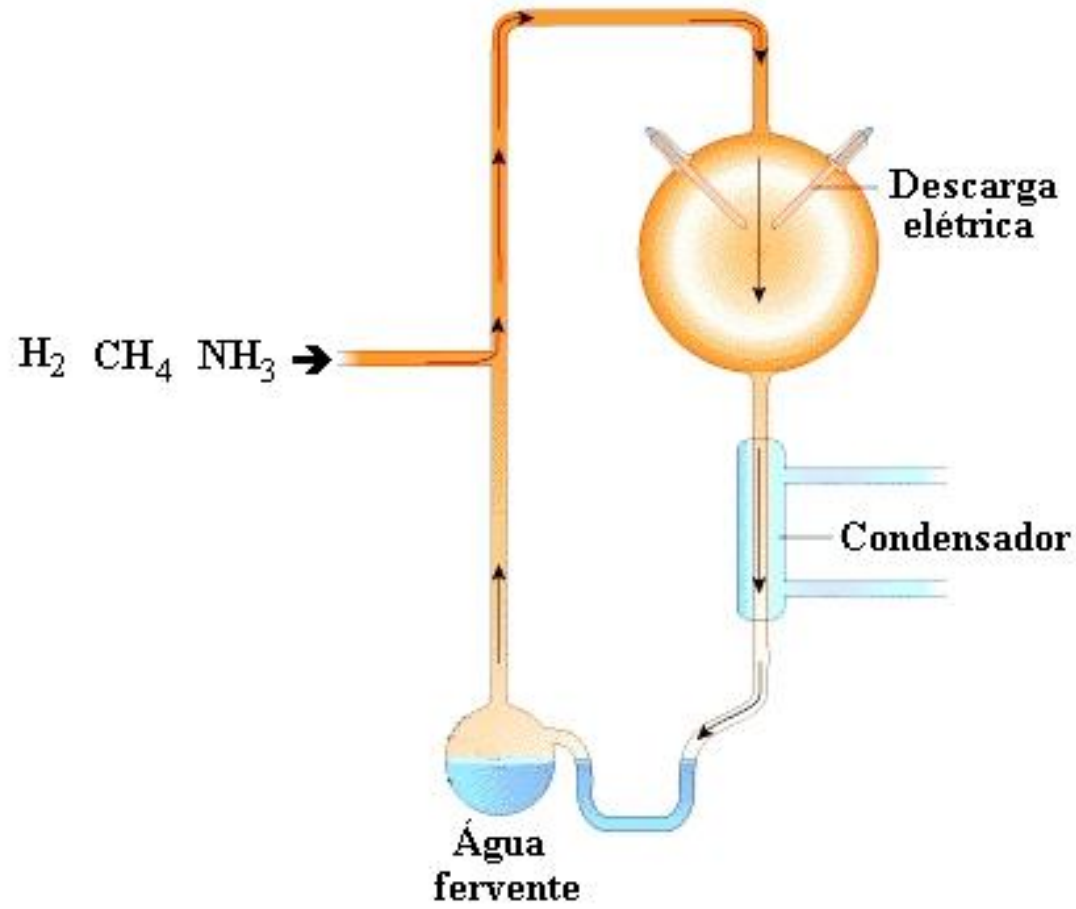
-
- Fox tentou testar parte das idéias de Oparin, e, seu ponto de partida foram as experiência de Miller.
- A química dos colóides explica a reunião de grandes moléculas em certas condições, formando os agregados chamados de *coacervados*.
- Fox também observou a formação do que chamou de microsferas observando reações sobre lavas de vulcões. Estas microsferas continham proteinóides. As microsferas mantinham-se isoladas por sistema de membranas e se duplicavam, semelhante às células.

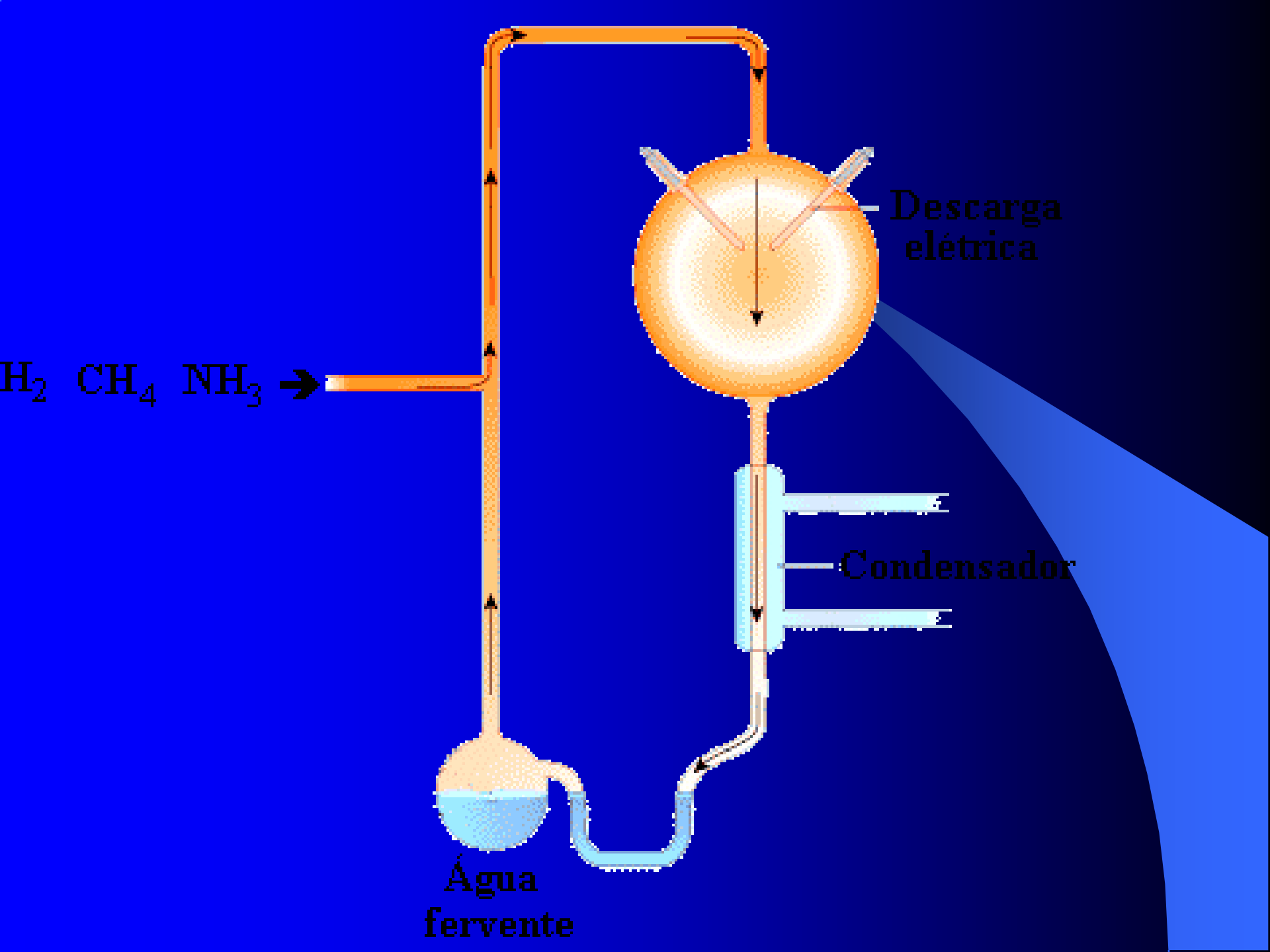
• 3. Experiências confirmadoras.

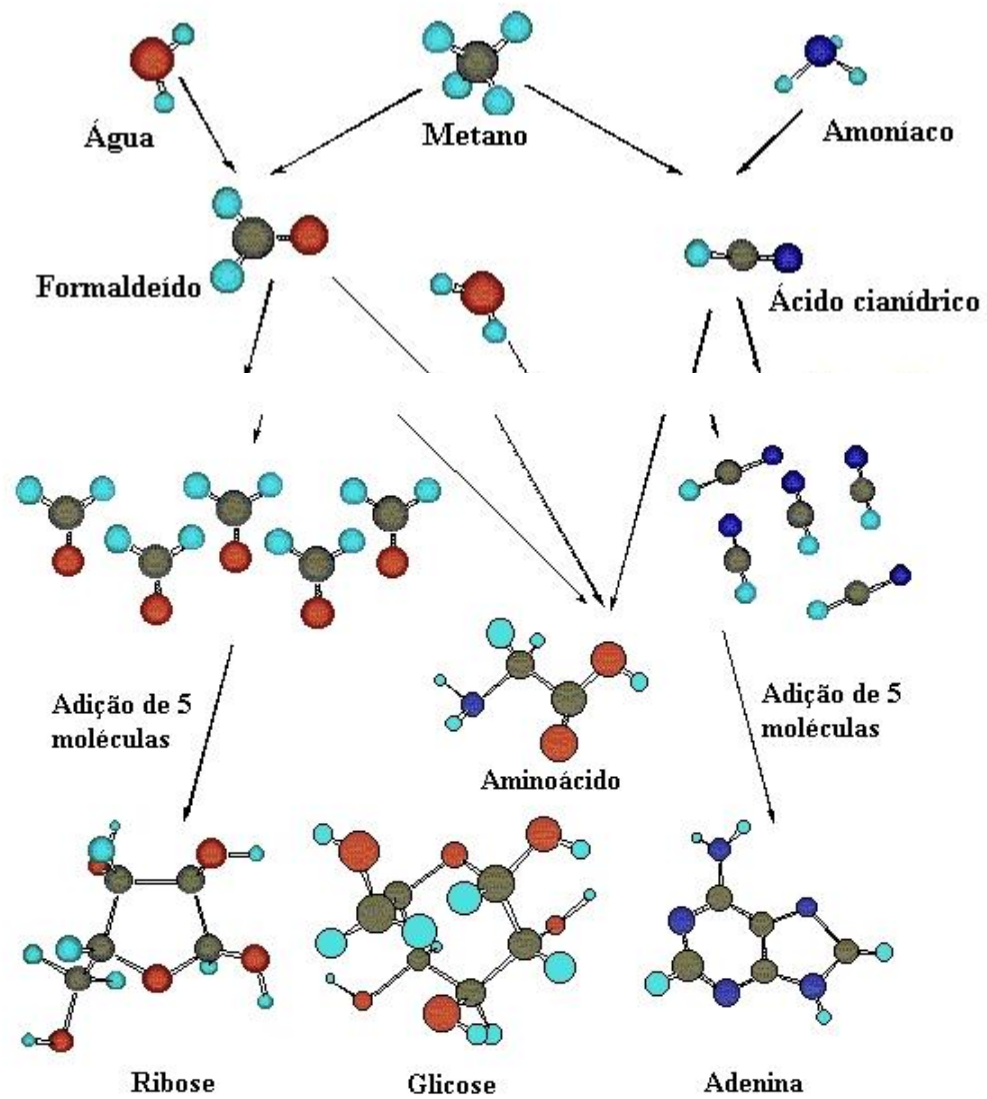
- Longos *polímeros*, como *proteínóides* e fitas de ácidos nucleicos, podem ter se formado, como alternativa às rochas quentes da crosta, em “moldes” de argila. De fato, para ocorrer *polimerização*, deve haver uma alta concentração das unidades constituintes; na argila, essa concentração pode ter sido alta. Além disso, a argila pode ter agido como “catalisadora” e promovido o aparecimento de ligações simples, como as peptídicas, com perda de água. Alguns biólogos acreditam ainda que a argila foi o meio em que se formaram moléculas RNA, a partir de nucleotídeos simples. A energia para essa polimerização poderia ter sido proveniente do calor da crosta; ou do calor do sol, ou ainda da radiação ultravioleta.

• 3. Experiências confirmadoras.

• Os coacervados podem ainda ter originado proteinóides, agregado na água e formado estruturas maiores. O pesquisador Fox, colocando proteinóides em água, obteve a formação de pequeninas esferas. Bilhões de microesferas podem ser obtidas a partir da mistura de um grama de aminoácidos aquecidos, algumas delas formando *cadeias*, de forma muito semelhante a algumas bactérias atuais. Cada microesfera tem uma camada externa de moléculas de água e proteínas e um meio interno aquoso, que mostra algum movimento, semelhante à ciclose. Essas microesferas podem absorver e concentrar outras moléculas existentes na solução ao seu redor. Podem também se fundir entre si, formando estruturas maiores; em algumas condições, aparecem na superfície “brotos” minúsculos que podem se destacar e crescer.

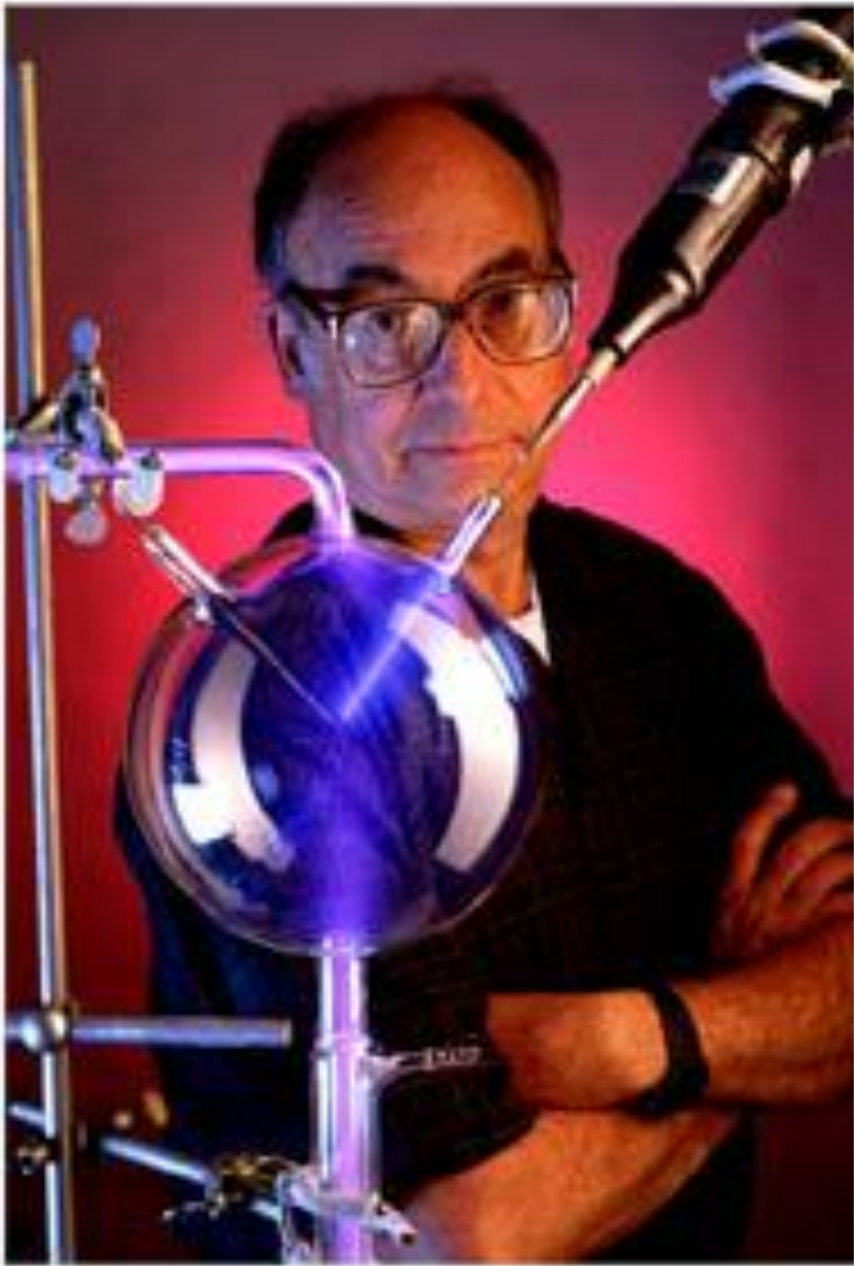






Stanley Lloyd Miller

1930 - 2007



• 3. Experiências confirmadoras.

- **George Wald** (Nobel em 1967), declarou que “...as moléculas formam, pois, um grande e formidável conjunto, de variedade infinita e da mais desconcertante complexidade. Sem elas ninguém poderia nem pensar em organismos...”.
- Para fabricar um organismo não só é necessária tremenda variedade dessas substâncias, em quantidades e proporções adequadas, como também a perfeita coordenação das mesmas.
- Experiências recentes conseguiram obter mais de 100 tipos de “tijolos” orgânicos simples, incluindo nucleotídeos e ATP.

• 4. Como apareceram os genes?

- Na hipótese original de Oparin, não há referência aos ácidos nucleicos. Não se sabia na época que eles constituem os genes.
- Acreditava-se então que os genes fossem de natureza protéica. Havia sido demonstrada a enorme importância das proteínas como enzimas, material construtor e anticorpos. Dá para entender, por isso, a ênfase que Oparin dá ao aparecimento da proteína. No entanto a hipótese original foi readaptada quando ficou patente a identidade entre genes e ácidos nucleicos.
- Acredita-se hoje que a primeira molécula *informativa* tenha sido o RNA, e não o DNA.

•

• 4. Como apareceram os genes?

- Descobriu-se que certos “pedaços” de RNA têm uma atividade *catalítica*: eles permitem a produção, a partir de um *molde* de RNA e de nucleotídeos, de outras fitas de RNA idênticas ao molde! A esses pedaços de RNA com atividade “enzimática”, os biólogos chamam de ribozimas. Isso permite explicar o eventual surgimento e duplicação dos ácidos nucléicos, mesmo na ausência das sofisticadas polimerases que atuam hoje.
- O DNA deve ter sido um estágio mais avançado na confecção de um material genético estável; evidentemente, os primeiros DNA teriam sido feitos a partir de um molde de RNA original. Isso lembra bastante o modo de atuação do retrovírus, como o da AIDS.

• 4. Como apareceram os genes?

- De qualquer forma, esses “genes nus”, isto é, envolvidos por nada, mas livres na argila ou na água, podem ter num período posterior “fixado residência” numa estrutura maior, como um coacervado ou uma microesfera...
- Um dos problemas ainda mais perturbadores nessa história toda, relaciona-se ao surgimento do CÓDIGO GENÉTICO. Em outras palavras, o aparecimento de proteínas ou de moléculas de ácidos nucléicos com a capacidade de duplicação, nas condições postuladas, pode ser imaginado.
- Permanece misterioso o método pelo qual as moléculas de ácidos nucléicos teriam tomado conta do *controle* da produção de proteínas específicas, que tivessem um valor biológico e de sobrevivência.

- **5. Os primeiros organismos: autótrofos ou heterótrofos?**
- Recorde-se as equações de três processos biológicos básicos, *fermentação*, *respiração* e *fotossíntese*, que reproduzimos a seguir.
- *Fermentação* (alcoólica): glicose \rightarrow álcool etílico + CO₂ + energia
- *Respiração*: glicose + oxigênio \rightarrow CO₂ + H₂O + energia
- *Fotossíntese*: CO₂ + H₂O + luz (Clorofila) \rightarrow glicose e O₂
- *A hipótese autotrófica* propõe que o primeiro ser vivo foi capaz de sintetizar seu próprio alimento orgânico, possivelmente por fotossíntese.
- *A hipótese heterotrófica*, prevê que os primeiros organismos se nutriam de material orgânico já pronto, que retiravam de seu meio.

• 5. Os primeiros organismos: autótrofos ou heterótrofos?

- A hipótese autotrófica é pouco aceitável para a origem da vida, devido a: para a realização da fotossíntese, uma célula deve dispor de um equipamento bioquímico mais sofisticado do que o equipamento de um heterótrofo.
- Como admitir que o primeiro ser vivo, produzido através de reações químicas casuais, já possuísse esse grau de sofisticação? É claro que o primeiro ser vivo *podia* ter surgido complexo; porém é muito menos provável que isso tenha acontecido.

- **5. Os primeiros organismos: autótrofos ou heterótrofos?**
- Por outro lado, se o primeiro organismo era heterótrofo, o que ele comeria? Hoje os heterótrofos dependem, para sua nutrição, direta ou indiretamente, dos autótrofos autótrofos.
- Observa-se que de acordo com a hipótese de Oparin, o primeiro organismo surgiu num mar repleto de coacervados orgânicos, que não haviam chegado ao nível de complexidade adequada. Esses coacervados representam então uma fonte abundante de alimento para nosso primeiro organismo, que passaria a comer seus “irmãos” menos bem sucedidos.

-

• 5. Os primeiros organismos: autótrofos ou heterótrofos?

- Admite-se um primeiro organismo heterótrofo, para o qual alimento não era problema. Agora, a energia do alimento tem que ser obtida através de dois processos: a *respiração* que depende de O₂ molecular, inexistente na época, e a *fermentação*, processo mais simples, cuja realização dispensa a presença de oxigênio.
- Neste sentido, a hipótese mais provável, é que o primeiro organismo deva ter sido um heterótrofo fermentador. A abundância inicial de alimento permite que os primeiros organismos se reproduzam com rapidez; não esquecer também de que todos os mecanismos da evolução biológica, como a mutação e seleção natural, estão atuando, adaptando os organismos e permitindo o aparecimento de características divergentes.

• 6. Surge a fotossíntese

- A velocidade de consumo do alimento, no entanto, cresce continuamente, já que o *número* de organismos aumenta; a reposição desse alimento orgânico através das reações químicas que descrevemos é obviamente muito mais lenta que o seu consumo. Perceba que, se não surgissem por evolução os autótrofos, a vida poderia ter chegado num beco sem saída por falta de alimento.
- Em algum momento anterior ao esgotamento total do alimento nos mares, devem ter aparecido os primeiros organismos capazes de realizar fotossíntese; possivelmente usaram como matéria prima o CO₂ residual dos processos de fermentação. Sua capacidade de produzir alimento fechava o ciclo produtor/consumidor e permitia o prosseguimento da vida.

• 7. Surge a respiração celular e os organismos respiradores.

- Um resíduo do processo fotossintético é o oxigênio molecular; por evolução devem ter surgido mais tarde os organismos capazes de respirar aerobicamente, que utilizaram o O₂ acumulado durante milhões de anos pelos primeiros autótrofos.
- A respiração celular, não esquecer, permite extrair do alimento por exemplo na queima da glicose, maior quantidade de energia do que a fermentação. Seguramente o modo de vida “respirador” representa, na maioria dos casos, uma grande vantagem sobre o método “fermentador”; não devemos estranhar que a maioria dos organismos atuais respire, apesar de ter conservado a capacidade de fermentar.

- **7. Surge a respiração celular e os organismos respiradores.**
- Lembre-se, ainda, de que a presença de oxigênio molecular na atmosfera acaba permitindo o aparecimento na atmosfera da camada de ozônio, que permite a filtração de grande parte da radiação ultravioleta emitida pelo sol.
- Essa radiação é fortemente mutagênica; porém os organismos aquáticos estariam parcialmente protegidos, já que a água funciona como um filtro para ela. De qualquer maneira, o aparecimento do ozônio prepara o terreno para uma futura conquista do ambiente seco, caso alguns organismo um dia se aventurem a fazer experiência.

• 8. Aparece a membrana celular

- É muito provável que os primeiros organismos tenham sido mais complexos do que os vírus atuais, porém mais simples do que as células mais simples que se conhecem.
- O citologista Robertson (1960) postulou que a evolução inicial permitiu que os organismos tenham experimentado vários tipos de membranas. A vantagem de uma membrana envolvente é clara: ela fornece proteção contra choques mecânicos e, portanto, maior estabilidade à estrutura; porém ela representa uma *barreira* entre o organismo e o alimento a seu redor, o que é uma desvantagem.

• 8. Aparece a membrana celular

- Assim, a membrana ideal deveria ser resistente, com um certo grau de elasticidade, sem deixar de ser suficientemente permeável. Num certo estágio da evolução dos seres vivos, apareceu a membrana lipoprotéica, que reúne todos esses atributos e certamente foi um sucesso total, já que todos os seres vivos atuais de estrutura celular a possuem.
- Nesse estágio, pode-se falar em organismos procariontes, muito semelhantes às mais simples bactérias atuais.



Estromatólitos contendo cianobactérias fossilizadas, com 3,5 bilhões de anos. Estima-se que a vida surgiu entre 3,5-3,9 Ga anos.

• 9. Surgem os eucariontes, dos procariontes.

- Uma membrana traz, entretanto, alguns problemas adicionais: ela se constitui, de certa forma, num obstáculo para o crescimento da estrutura viva.
- A medida que a célula cresce, seu volume aumenta, assim como a superfície de sua membrana; porém a superfície cresce **MENOS** proporcionalmente, do que o volume. Deste modo, a célula **MAIOR** se alimenta **PIOR**. A única forma de restabelecer a relação favorável entre superfície e volume é a divisão da célula, que, assim, nunca pode passar de um certo tamanho.

• 9. Surgem os eucariontes, dos procariontes.

- Portanto o volume dos primeiros organismos é limitado, já que a partir de um certo tamanho *tem* de acontecer divisão celular.
- Robertson propõe ainda que a evolução dotou alguns organismos da capacidade genética de dobrar sua membrana para fora (evaginação).
- Desta forma, sem mudanças apreciáveis de volume, aumentaria a superfície em contato com o meio. Perceba que na proposta de Robertson fica implícita a idéia de que todos os orgânulos celulares membranosos tiveram a mesma origem; membranas nucleares, do retículo, do Golgi e plasmática nada mais seriam do que dobramentos de uma primitiva membrana.

• 9. Surgem os eucariontes, dos procariontes.

- Na célula atual, de fato, verificam-se dois fatos que apóiam fortemente as idéias de Robertson:
- 1) Há comunicação entre todas as membranas celulares, que se apresentam formando um sistema membranoso único.
- 2) Todas as membranas celulares têm a mesma composição e são lipoprotéicas.
- Assim teriam aparecido, muito provavelmente, as primeiras células eucarióticas, que, em alguns casos, levaram vantagem quando competiam com os procariontes. Apesar disso, os procariontes continuaram existindo: são, como sabemos, as inúmeras espécies de bactérias e as cianofíceas atuais.

- **10. Algumas organelas dos eucariontes são procariontes em endossimbiose.**

- A teoria atual a respeito da origem das organelas celulares é a *endossimbiose*. Trata-se da seguinte idéia: alguns organismos procariontes teriam sido “engolidos” por células maiores de eucariontes, ficando no interior da célula, mas com capacidade de reprodução independente e realizando determinadas funções.

- Acredita-se que mitocôndrias e cloroplastos possam ter se originado dessa forma.

- As mitocôndrias podem ter sido um dia BACTÉRIAS independentes; os cloroplastos, talvez CIANOFÍCEAS ou bacterias fotossintetizantes.

- **10. Algumas organelas dos eucariontes são procariontes em endossimbiose.**

- Os argumentos a favor dessa idéia são muito fortes: cloroplastos e mitocôndrias possuem material genético próprio, semelhante ao DNA de bactéria. Esse DNA tem capacidade de duplicação, de transcrição; ribossomos existentes no interior desses orgânulos produzem também proteínas próprias. Por fim, ambos os orgânulos têm a capacidade de se reproduzir no interior da célula “hospedeira”.

- Uma “troca de favores” poderia ter se estabelecido entre a célula maior e a menor. No caso da mitocôndria, que teria obtido proteção e alimento, sua presença teria permitido que a célula maior aprendesse a RESPIRAR oxigênio, com todas as vantagens inerentes. A simbiose com um procarionte fotossintetizante faria que os eucariontes hospedeiros tivessem síntese de alimento “em domicílio”, um processo muito vantajoso.

• 11. A história da abiogênese no conhecimento científico: A ideia da geração espontânea

• A teoria de Oparin do surgimento químico da vida é de uma abiogênese em condições especiais. Uma ideia de abiogênese desenvolveu-se no conhecimento científico, muitos séculos antes a teoria da geração espontânea: a vida surge do nada, contrariando a ideia de que vida surge de vida.

• A ideia antiga, dos tempos de Aristóteles, de que seres vivos podem surgir por *geração espontânea*, permaneceu até o século XIX. Seria a repetição da abiogênese original, após esta e portanto impossível. Como permaneceu?

•

• 11. A história da abiogênese no conhecimento científico: A Idéia da Geração Espontânea

- O papel da *reprodução* era reconhecido, mas admitia-se que certos organismos vivos pudessem surgir *espontaneamente* da *matéria bruta*.
- O cotidiano mostrava, que larvas de moscas apareciam no meio do lixo e que poças de lama podiam exibir pequenos animais. A conclusão: o lixo e a lama haviam gerado diretamente os organismos.
- Reconhecia-se que nem toda matéria bruta podia gerar vida. De um pedaço de ferro ou de pedra não surgia vida. De um pedaço de carne, da lama ou da poça d'água era possível.

• 11. A história da abiogênese no conhecimento científico: A ideia da Geração Espontânea

- Explicava-se esta diferença entre diversos materiais brutos alegando-se a necessidade de um “*princípio ativo*” que não estaria presente em qualquer matéria bruta, mas cuja presença seria necessária para haver geração espontânea. O *princípio ativo* não era considerado algo concreto, mas uma *capacidade* ou *potencialidade* de gerar vida.
- As ideias sobre geração espontânea perduraram por um tempo muito longo. A sua forma original mudou aos poucos; ainda nos meados do século passado, havia numerosos partidários dessa teoria, definitivamente destruída pelos trabalhos de Louis Pasteur apenas no século XIX.
- Os partidários da geração espontânea eram fortemente criacionistas.

- **12. Teorias de abiogênese e de biogênese.**

- **Redi, Needham e Spallanzani**

- Francesco Redi, no XVII, tentou derrubar a noção de geração espontânea. Ele colocou pedaços de carne em dois grupos de frascos; um dos grupos permanece aberto, enquanto o outro é recoberto por um pedaço de gaze. Sobre a carne dos frascos abertos, após alguns dias, surgem larvas de moscas; nos frascos cobertos não aparecem larvas. Redi concluiu que a carne não gera as larvas; moscas adultas devem ter sido atraídas pelo cheiro de material em decomposição e desovaram sobre a carne. As larvas nasceram, portanto, dos ovos postos pelas moscas. Essa idéia é ainda reforçada pela observação dos frascos cobertos: sobre a gaze, *do lado externo* do frasco, algumas larvas apareceram.

• 12. Teorias de abiogênese e de biogênese.

- Apesar da repercussão das experiências de Redi, a idéia de geração espontânea ainda não havia morrido.
- O uso crescente do microscópio e a descoberta dos microorganismos foram reforçando a teoria da *abiogênese*: tais seres pequeninos, argumentava-se, eram tão simples, que não era concebível terem a capacidade de reprodução; como conclusão óbvia, só podiam ser formados por geração espontânea.

• 12. Teorias de abiogênese e de biogênese.

• John Needham, em 1745 fez um experimento cujos resultados pareciam comprovar as idéias da abiogênese. Vários caldos nutritivos, como sucos de frutas e extrato de galinha, foram colocados em tubos de ensaio, aquecidos durante um certo tempo e em seguida selados. A intenção de Needham, ao aquecer, era obviamente a de provocar a morte de organismos possivelmente existentes nos caldos; o fechamento dos frascos destinava-se a impedir a contaminação por micróbios externos. Apesar disso, os tubos de ensaio, passados alguns dias, estavam turvos e cheios de microorganismos, o que parecia demonstrar a verdade da geração espontânea.

•

• 12. Teorias de abiogênese e de biogênese.

- Cerca de 25 anos depois, o italiano Lazzaro Spallanzani repetiu as experiências de Needham. A diferença no seu procedimento foi a de *ferver* os líquidos durante uma hora, não se limitando a aquecê-los; em seguida os tubos foram fechados hermeticamente. Líquidos assim tratados mantiveram-se *estéreis*, isto é, sem vida indefinidamente. Desta forma, Spallanzani demonstrava que os resultados de Needham não comprovavam a geração espontânea pelo fato de aquecer por pouco tempo, Needham não havia destruído todos os micróbios existentes, dando-lhes a oportunidade de proliferar novamente.

• 12. Teorias de abiogênese e de biogênese.

- Needham, porém, responde às críticas de Spallanzani com argumentos aparentemente muito fortes:

- “...Spallanzani... selou hermeticamente dezenove frascos que continham diversas substâncias vegetais e ferveu-os, fechados por uma hora. Mas, pelo método de tratamento pelo qual ele torturou suas dezenove infusões vegetais, fica claro que enfraqueceu muito ou até destruiu a *força vegetativa* das substâncias em infusão...”

• 12. Teorias de abiogênese e de biogênese.

- O termo “força vegetativa”, que era usado como sinônimo de princípio ativo. O aquecimento excessivo, segundo Needham, havia destruído o princípio ativo; sem princípio ativo, nada de geração espontânea! É interessante notar que o próprio Spallanzani não soube refutar esses argumentos, ficando as idéias da abiogênese consolidadas.

- Finalmente no século XIX, o cientista francês Louis Pasteur conseguiu, por volta de 1860, mostrar definitivamente a falsidade das idéias sobre geração espontânea da vida.

- Seus experimentos foram bem semelhantes aos de Spallanzani porém com alguns aperfeiçoamentos.

• 13. Os trabalhos de Pasteur.

• “Coloquei em frascos de vidro os seguintes líquidos, todos facilmente alteráveis, em contato com o ar comum: suspensão de lêmvedo de cerveja em água, suspensão de lêmvedo de cerveja em água e açúcar, urina, suco de beterraba, água de pimenta. Aqueci e puxei o gargalo do frasco de maneira a dar-lhe curvatura; deixei o líquido ferver durante vários minutos até que os vapores saíssem livremente pela estreita abertura superior do gargalo, sem tomar nenhuma outra precaução. Em seguida, deixei o frasco esfriar. É uma coisa notável, capaz de assombrar qualquer pessoa acostumada com a delicadeza das experiências relacionadas à assim chamada geração espontânea, o fato de o líquido em tal frasco permanecer imutável indefinidamente...

• 13. Os trabalhos de Pasteur.

- Parecia que o ar comum, entrando com força durante os primeiros momentos (do resfriamento), deveria penetrar no frasco num estado de completa impureza. Isto é verdade, mas ele encontra um líquido numa temperatura ainda próxima do ponto de ebulição.
- A entrada do ar ocorre, então, mais vagarosamente e, quando o líquido se resfriou suficientemente, a ponto de não mais ser capaz de tirar a vitalidade dos germes, a entrada do ar será suficientemente lenta, de maneira a deixar nas curvas úmidas do pescoço toda a poeira (e germes) capaz de agir nas infusões...

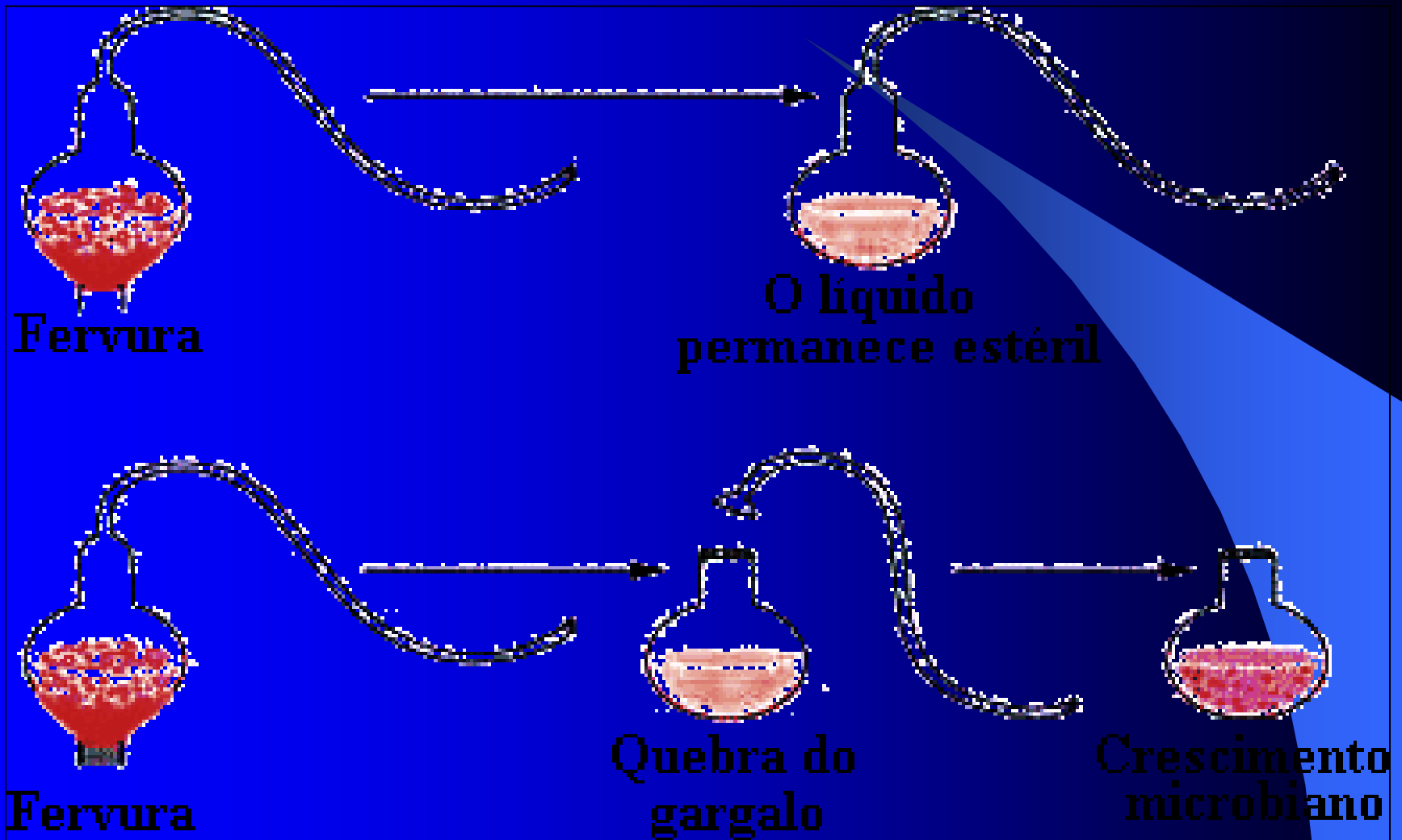
• 13. Os trabalhos de Pasteur.

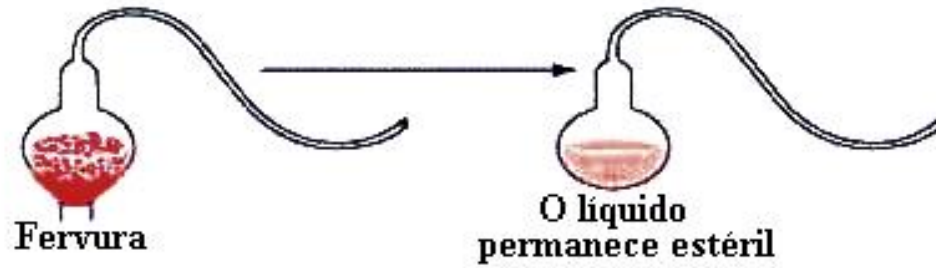
- Depois de um ou vários meses no incubador, o pescoço do frasco foi removido por golpe dado de tal modo que nada, a não ser as ferramentas, o tocasse, e depois de 24, 36 ou 48 horas bolores se tornavam visíveis, exatamente como no frasco aberto ou como se o frasco tivesse sido inoculado com poeira do ar.”

- Com esta experiência engenhosa, Pasteur também demonstrava que o líquido não havia perdido pela fervura suas propriedades de abrigar vida, como argumentaram alguns de seus opositores. Além disso, não se podia alegar a ausência do ar, uma vez que este entrava e saía livremente (apenas estava sendo filtrado).

-

Aula 1





mapa de conceitos

BIOGÊNESE E ABIOGÊNESE

