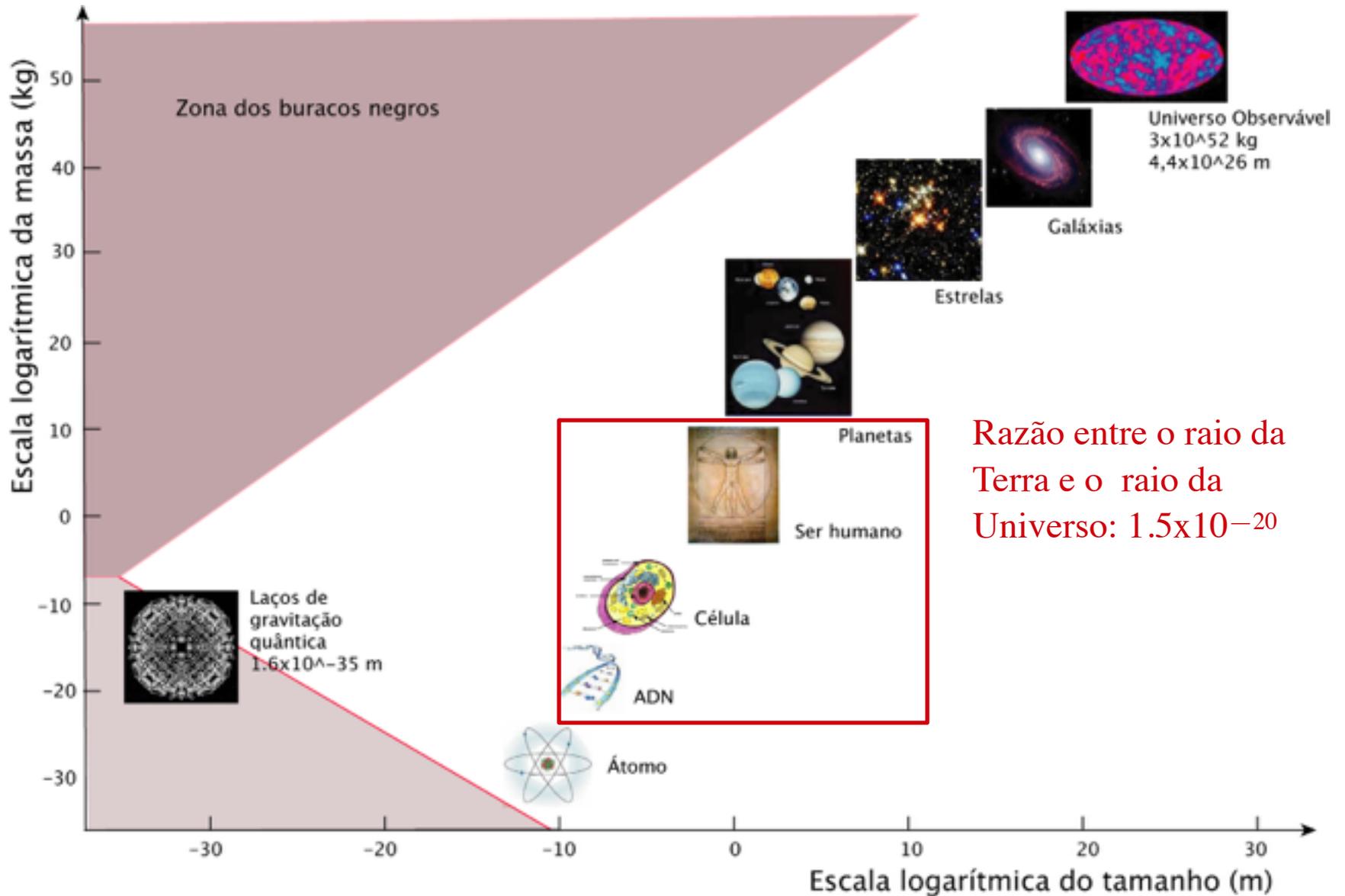


O que é a vida?

Qual a origem da vida?

Posição (em termos de dimensões) do ser humano (e da vida conhecida) em relação ao Universo conhecido e ao microcosmos.



Razão entre o raio da Terra e o raio da Universo: 1.5×10^{-20}

POSSÍVEIS ORIGENS DA VIDA:

Na Terra, há vestígios fósseis de células primitivas com 3,8 mil milhões de anos. A vida poderia ter começado, muito antes, noutra sítio.

A “teoria” ortodoxa sobre a origem da vida consiste em admitir que a “vida”— cuja definição é controversa — surgiu POR ACASO e evoluiu segundo o modelo de Darwin, da *selecção natural* [livro: *On the Origin of Species*].

A ideia do aparecimento da primeira “coisa” que se possa dizer “viva”, uma espécie de protocélula, devido a um conjunto vago de circunstâncias é contestada com argumentos de que a probabilidade de tal acontecer seria ínfima, mesmo admitindo que os *processos* são espontâneos devido às leis da química e da física.

A questão mais importante será a de saber “**COMO COMEÇOU**”, não importa onde. Uma vez iniciado o processo de replicação de moléculas (como o ADN) poderá explicar-se a evolução natural.

COMO COMEÇOU NÃO SABEMOS!

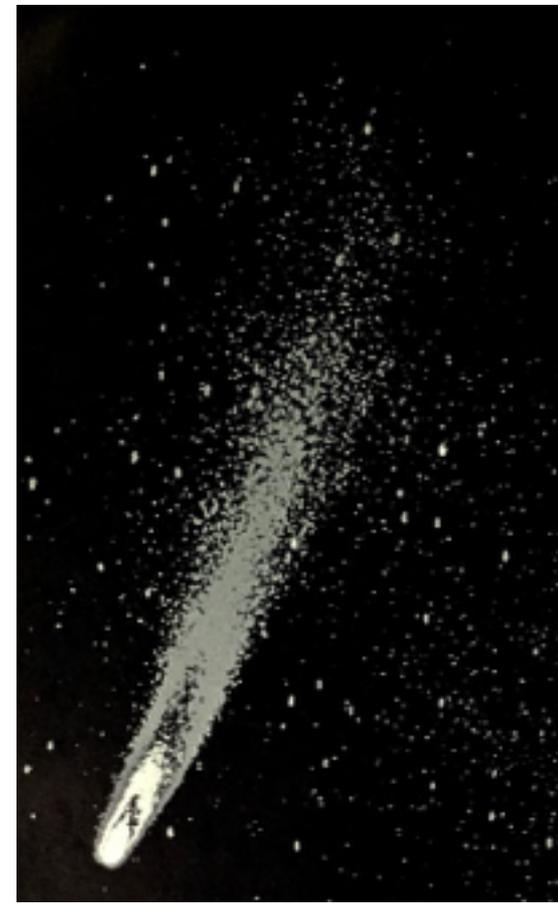
As várias hipóteses:

1) Origem extra-terrestre (Panspermia):

Hipótese segundo a qual a vida na Terra teria vindo do espaço transportada por cometas ou meteoritos.



O astrofísico britânico Fred Hoyle (1915 – 2001) foi um defensor desta hipótese. Segundo ele, o UNIVERSO seria *inteligente* e teria **ELE próprio** criado a *vida*. O *cosmos* estaria preñado de vida. (notar que essa ideia já vem de Platão e está exposta no diálogo Timeu.)



Esta ideia (vida vinda do espaço) é suportada por vários dados sobre a observação de moléculas *da vida* em meteoritos, nomeadamente um que caiu em 1969, em Allende, no México onde foi detectada evidência de aminoácidos (exóticos — que não aparecem nos sistemas vivos conhecidos!).

Esta hipótese é muito contestada, embora em 1996, a NASA tenha publicado um relatório em que defendia a hipótese de que há vestígios de vida em Marte e afirmou ter na sua posse microfósseis de organismos do tipo bactéria, com 3,6 mil milhões de anos.

Dos cerca de 24 000 meteoritos descobertos na Terra, só 34 foram identificados como vindos de Marte. Estes são os meteoritos em que a NASA diz haver vestígios de vida:



Um meteorito de Marte
(m= 452.6 gramas)



Um meteorito de Marte
(m= 245.4 gramas.)

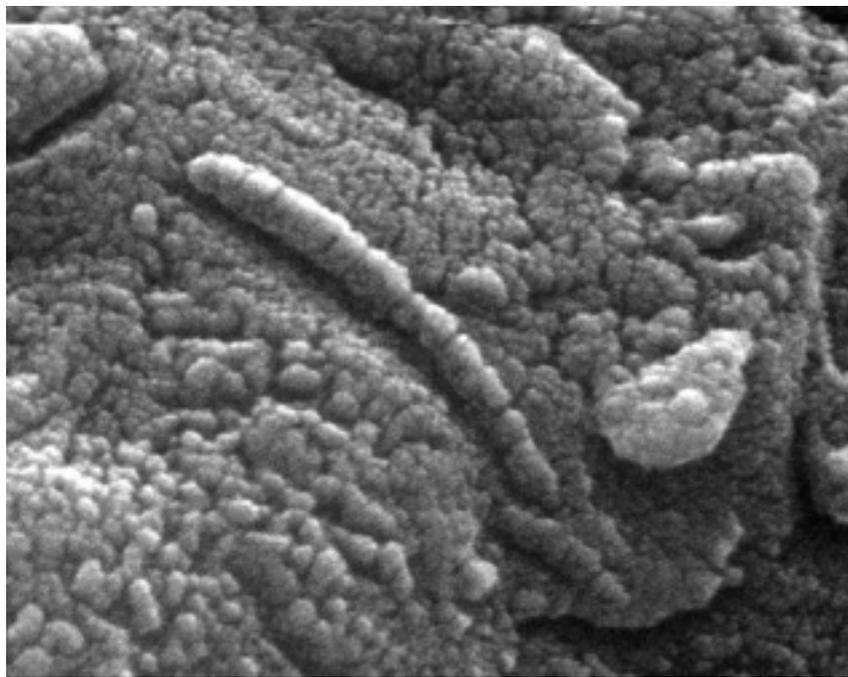


Foto de pormenor no meteorito ALH84001, que é provavelmente a pedra mais discutida no mundo. Pesa 1,9 kg, foi encontrada em 1984 no Antártico, e pensa-se que tem 4,5 mil milhões de anos. Alguns cientistas suspeitam que as formas observadas pelo microscópio electrónico de varrimento (SEM) sejam apenas de origem mineral.

David McKay do Centro Espacial Lyndon B. Johnson assegurou em 1996, que são micróbios marcianos fossilizados.

A procura de vida no espaço tem sido levada a sério pela NASA e pela ESA (European Space Agency): Com esse objectivo, a sonda Rosetta (da ESA) e o seu módulo Philae estão presentemente a efectuar um estudo detalhado do núcleo do cometa 67P/Churyumov–Gerasimenko.



Touchdown do módulo Philae da sonda Rosetta em 12 de Novembro de 2014 na primeira tentativa de examinar a superfície de um cometa.

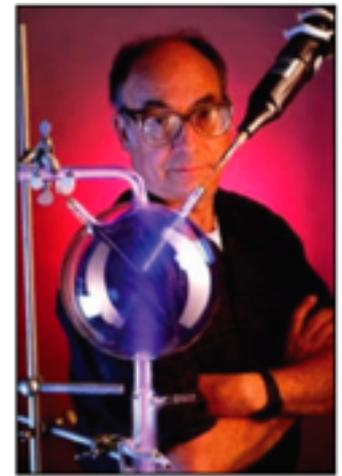
2) Origem Química:

A descoberta da síntese da ureia em 1828 por Friedrich Woehler, a partir do cianato de amônio (sal inorgânico) deitou abaixo a teoria de que os compostos orgânicos só poderiam ser sintetizados por organismos vivos (teoria da força vital).

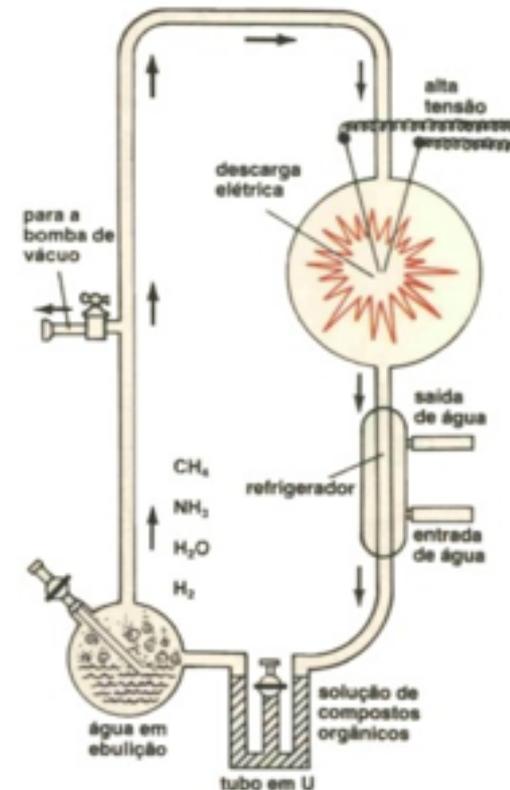
Em 1922 o cientista russo Oparin sugeriu que a vida da célula foi precedida de um período de evolução química.

Em 1953, Stanley Miller (na Universidade de Chicago), então com 23 anos, realizou uma experiência que ficou célebre:

Colocou num reactor (balão), uma mistura de amônia, hidrogénio e vapor de água (a que se chamou depois, a sopa primitiva). Queria assim simular a atmosfera primitiva. Depois de selar o reactor, provocou sucessivas descargas eléctricas no seu interior. Duas semanas depois (e muitas descargas) o líquido começou a mudar de cor. Quando o analisou encontrou pelo menos dois aminoácidos, a alanina e a glicina — típicos da matéria viva.



Stanley Miller
(7/3/1930—20/5/2007)



Ingredients in Miller's experiments



Hydrogen
gas



Nitrogen
gas



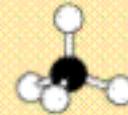
Carbon
dioxide



Water

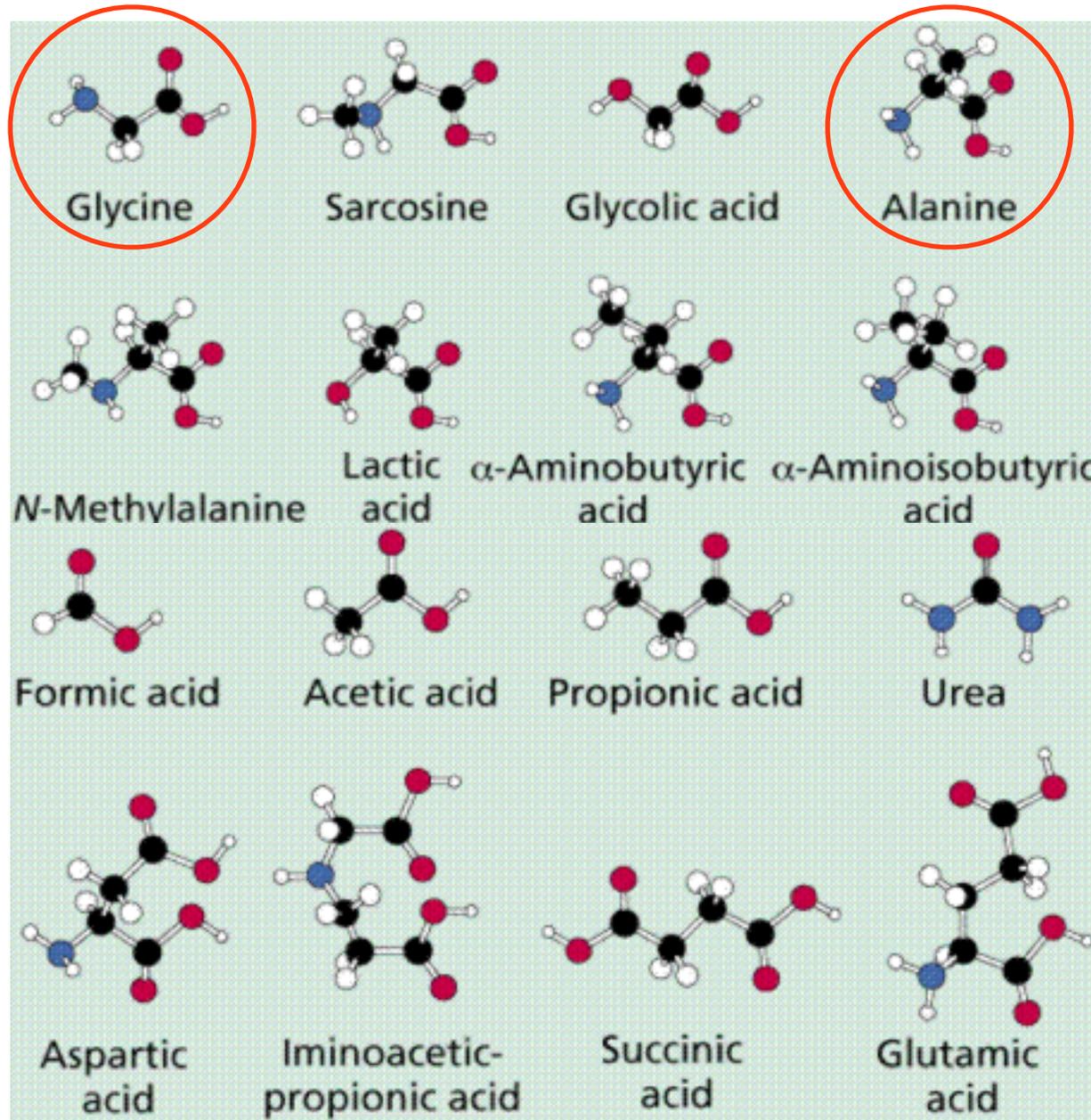


Ammonia



Methane

Produtos obtidos na experiência de Miller:

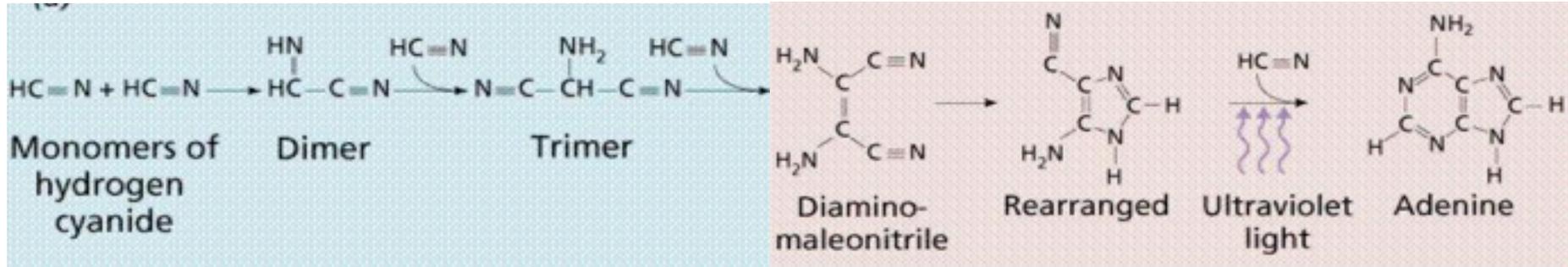


"A production of amino acids under possible primitive Earth conditions"

Science 1953; 117: 528-529.

As interações entre estas moléculas poderiam levar à formação de moléculas mais complexas. A formação de ácidos nucleicos poderia ser um indício de vida pré-celular. De facto, em experiências posteriores (com outros reagentes inorgânicos simples) foram detectados ácidos nucleicos.

A adenina poderia ser obtida a partir da polimerização de cianeto (que se poderia facilmente formar numa atmosfera primitiva):



A adenina e outras bases poderiam, na presença de ácidos nucleicos, auto-organizar-se e formar hélices. Eventualmente, estes elementos pré-celulares poderiam ser envolvidos por uma membrana (lípidos-proteína) dando origem a células primitivas.

Do ponto de vista da bioquímica, os sistemas vivos têm as seguintes características:

- 1) A capacidade de replicação.**
- 2) A presença de enzimas e outras moléculas complexas necessárias aos sistemas vivos.**
- 3) A membrana que separa os constituintes químicos do ambiente exterior. Sidney W. Fox produziu esferas proteinóides, que embora não sejam células, sugerem uma via possível para a vida celular.**

Como apareceu a vida e como evoluiu?

De entre as moléculas que havia na Terra antes do aparecimento da vida (há 3 ou 4 mil milhões de anos) estavam provavelmente a água, o dióxido de carbono, o metano e a amónia.

Em dado momento formou-se, por causas ainda obscuras (e.g. Processo de Miller), uma molécula capaz de criar cópias de si mesma: um "replicador", que actuava como modelo, no caldo rico nos blocos moleculares necessários à formação de cópias.

Surgiram entretanto vários replicadores que competiam entre si pelos tais blocos. As variedades menos favorecidas ter-se-ão extinguido. As que sobreviveram construíram "máquinas de sobrevivência" dentro das quais podem viver.

Actualmente os replicadores são os **genes** e as "máquinas de sobrevivência" somos nós!

[Richard Dawkins, O Gene Egoísta, Gradiva, 3ª edição, 2003]

O gene é uma "entidade molecular" de extraordinária estabilidade — só assim se justifica a sua sobrevivência. Essa estabilidade de moléculas e agregados só se pode explicar, pela ligação química e pelas interacções intermoleculares (e.g., ADN = 2 hélices enroladas uma sobre a outra!). A teoria que explica a ligação química e estabilidade das moléculas é a teoria QUÂNTICA.

Processo evolutivo: Metabolismo e replicação

Metabolismo (os átomos que constituem o ser vivo não são permanentes, mas retirados do meio ambiente e combinados para formar os vários compostos químicos e depois devolvidos ao meio ambiente) — ciclo autocatalítico

Replicação (Hereditariedade -informação genética) — molécula informacional

Processo evolutivo: transições (descontinuidades)

Moléculas replicadoras	—————>	Populações de moléculas em protocélulas
Replicadores independentes	—————>	Cromossomas
ARN como gene e enzima	—————>	Genes de ADN e proteínas-enzimas
Células bacterianas (procariotes)	—————>	Células com núcleos e organelos (eucariotes)
Clones assexuados	—————>	Populações sexuadas
Organismos unicelulares	—————>	Animais, plantas e fungos
Indivíduos solitários	—————>	Colónias com castas não reprodutíveis (abelhas, etc)
Sociedades primatas	—————>	Sociedade humana (língua)

Livro importante: “The origins of life. From the Birth of Life to the Origins of Language
John Maynard Smith and Eörs Szathmáry, Oxford University Press. 1999

O Código Genético

Qualquer que tenha sido a sua origem, a vida depende do código genético: conjunto de instruções que controlam o metabolismo, a replicação e todos os processos inerentes à vida.

Essas instruções estão inscritas nos **genes** que são formados por **moléculas**.

As moléculas que contêm essas instruções são o ARN (ácido ribonucleico) que é uma cadeia de átomos extensa enrolada em hélice, e o ADN (ácido diribonucleico) que é formado por duas hélices de ARN enroladas uma sobre a outra.

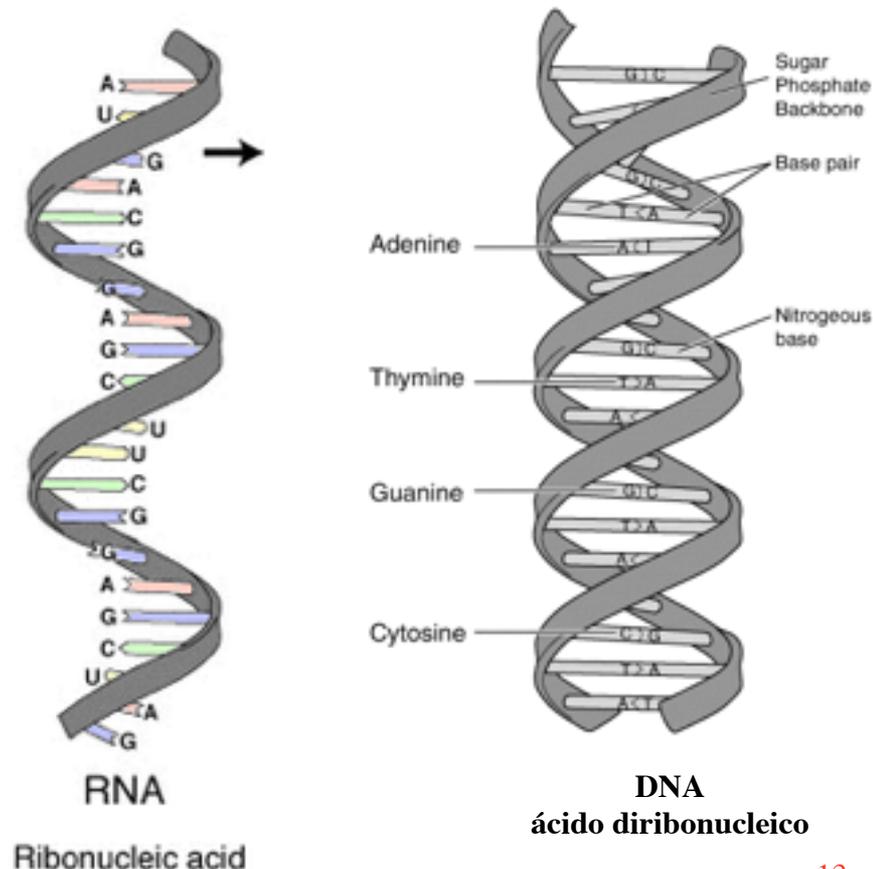
Cada ser vivo tem os seus próprios ADN e ARN específicos.

Ligadas às cadeias, estão outras moléculas que constituem as letras do código genético. São 4:

- **Adenina (A),**
- **Guanina (G),**
- **Citosina (C)**
- **Timina (T).**

Uma das características fundamentais é a de que as moléculas de ADN se replicam, i.e., geram cópias de si próprias.

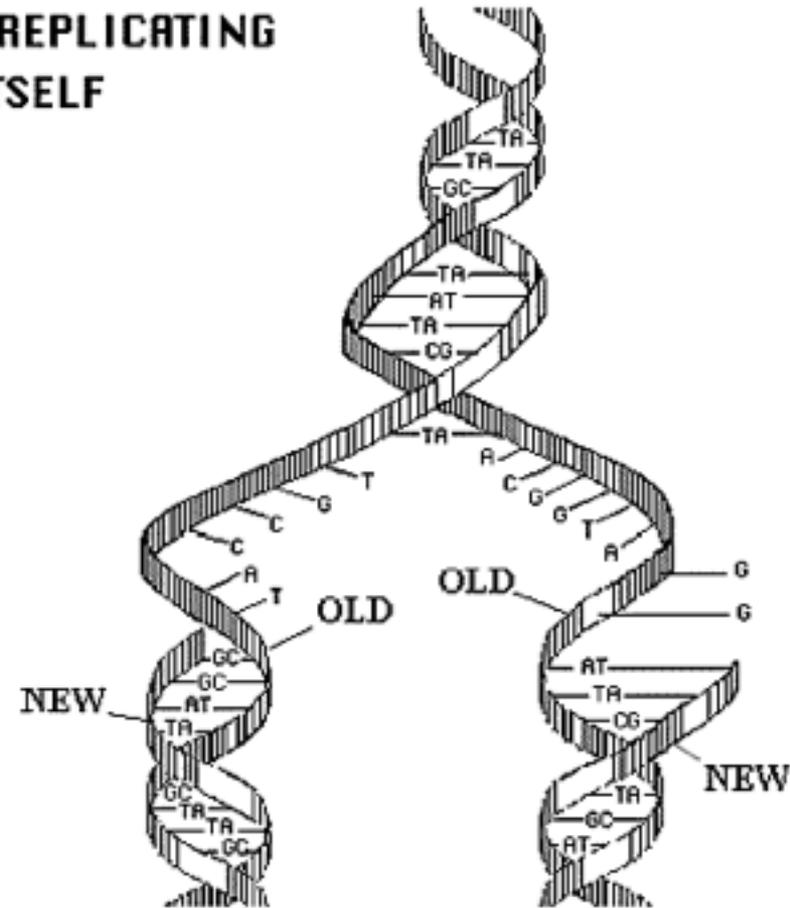
Voltaremos a este assunto mais tarde



Cada cadeia da molécula de ADN original actua como *molde* para a síntese de uma nova cadeia complementar.

As duas cadeias são separadas pelas enzimas. Com a assistência de outras enzimas, as componentes disponíveis no interior da célula são ligadas às cadeias individuais segundo regras de complementaridade (emparelhamento das bases)

DNA REPLICATING ITSELF



Organismo vivo como automato (computador)

O matemático/físico von Neumann (1948) introduz a ideia da analogia de um organismo vivo com um automato (computador). O hardware é constituído sobretudo pelas proteínas (essenciais para o metabolismo) e o software, o código genético no ADN.

Um automato composto de hardware sem software pode existir e manter o metabolismo. Pode viver independente enquanto encontrar *alimentos*.

Um automato com software e sem hardware só pode viver como parasita.

Freeman Dyson defende a origem da vida como dual:

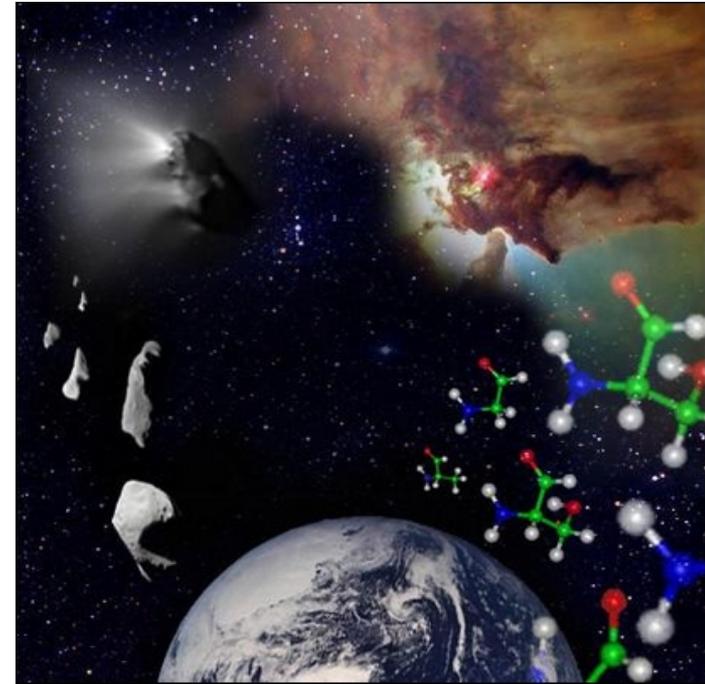
- Ou começou simultaneamente com as funções de **metabolismo** e **replicação** presentes no mesmo organismo desde o princípio.
- Ou teve duas fases, com dois tipos de *criaturas* separadas: uma capaz de metabolismo sem replicação e outra capaz de replicação sem metabolismo

Se começou em duas fases, a primeira deve ter sido com moléculas semelhantes a proteínas, e a segunda com moléculas parecidas com ácidos nucleicos

O que é a vida?

A vida é definida como um sistema químico capaz de transferir a sua informação molecular por auto-reprodução e que é capaz de evoluir.

Os aminoácidos, elementos constituintes da matéria viva, poderão ter-se formado em grãos de poeira cósmica no espaço interestelar (ilustração da ESA)



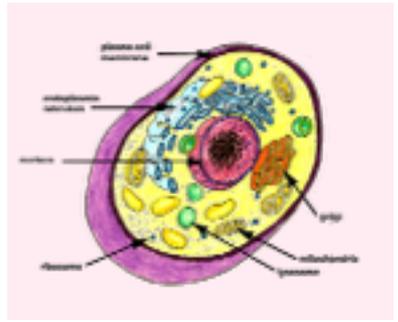
Ingredientes necessários à vida:

Todos os cientistas estão de acordo que a **água** é essencial para a vida evoluir e sobreviver. Os blocos elementares que são necessários são o **carbono**, o **oxigénio**, o **hidrogénio** e o **nitrogénio**. Para que se reações químicas se processem também é necessária **energia**.

As moléculas simples deram origem a moléculas mais complexas (aminoácidos) nos mares da Terra primitiva. A energia necessária pode ter vindo das tempestades ou de fontes quentes do interior da Terra. Os aminoácidos deram origem às proteínas e ao ADN que tem a capacidade de se replicar. Transporta o código para gerar um ser vivo.

Todos os seres vivos têm células (?).

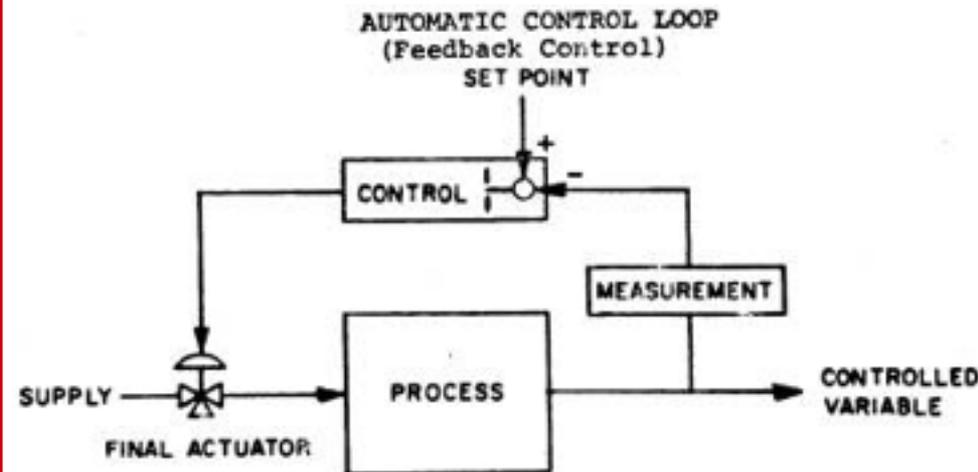
Cada célula é delimitada por uma membrana e contém um conjunto completo de instruções para a sua operação e reprodução. Todas as células usam o mesmo sistema operativo: ADN — ARN — proteínas



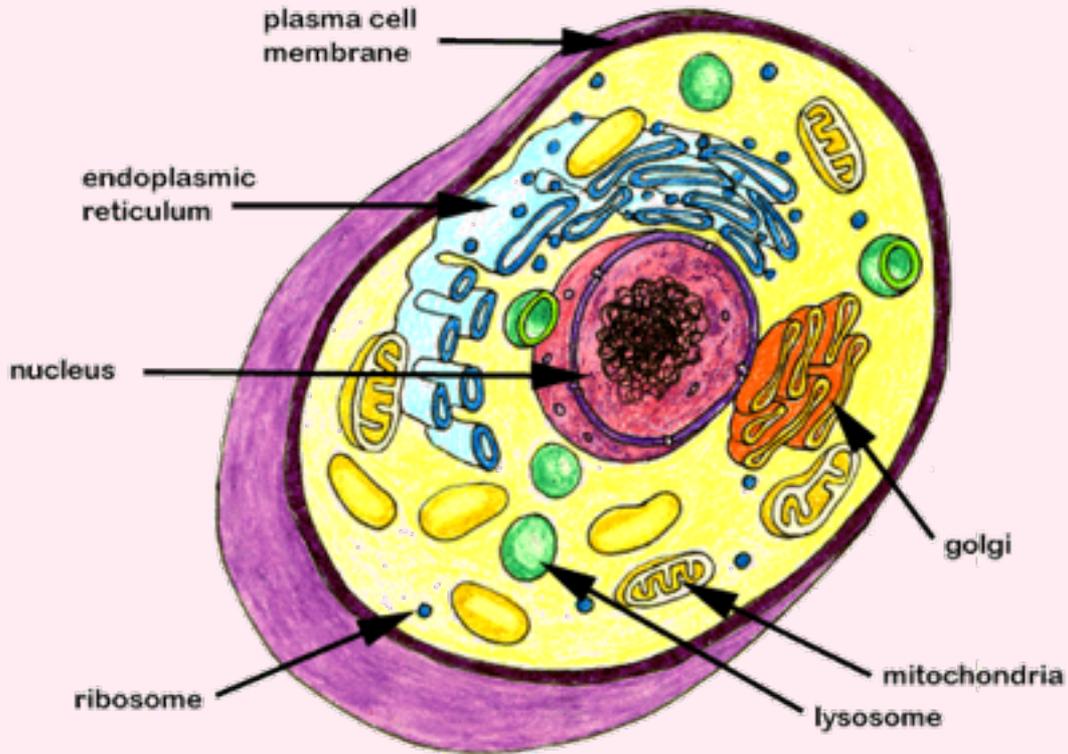
A vida é um **fenómeno emergente complexo**. Como tal é governado por um conjunto de **regras de selecção**, que controlam o modo como os agentes (as células, os órgãos, etc.) interactuam uns com os outros.

A característica essencial das células vivas é a **HOMEOSTASE** — habilidade de manter um balanço químico estacionário e mais ou menos constante num ambiente em mudança.

A homeostase é o conjunto de mecanismos de **controlo** químico e de **feedback** que assegura que, na célula, cada espécie molecular é produzida nas proporções adequadas, nem demais, nem de menos.



Célula viva



Dimensões: 10 - 100 μm
(micron)

Numa célula viva há cerca de 10 000 proteínas que se movem de modo organizado.

Cada célula sabe a sua posição no organismo, pensa-se que, *comunicando* com as vizinhas.

A origem evolutiva da célula está relacionada com a origem da vida.

Não se sabe quase nada!

O que é a vida? — E. Schrödinger, 1943

O funcionamento de um organismo requer leis físicas exactas

Os átomos individuais têm comportamento aleatório. É o facto de lidarmos com grandes números de átomos (da ordem de 10^{23}) que o comportamento da matéria nos parece regido por leis físicas exactas.

- Hereditariedade
- Divisão celular. Processo de duplicação
- Selecção natural. **Estabilidade e mutações bruscas** (mecânica quântica — enorme estabilidade do gene — estados descontínuos e saltos quânticos)

A vida parece ser comportamento ordenado da matéria, não baseado na tendência para passar da ordem à desordem (segundo princípio da Termodinâmica), mas sim na ordem existente, que se perpetua, ou mesmo na **passagem da desordem à ordem** (**auto-organização e self-assembly**).

Parece violar o segundo princípio da Termodinâmica. De facto a matéria viva alimenta-se de **entropia negativa!**

A organização mantém-se, extraindo a *ordem* (**entropia negativa**) do meio ambiente (a partir da desordem, ou melhor *dispersão*) ou a partir da ordem pré-existente (mais provável).

Self-assembly" (auto-agregação) e "auto-organização".

“Self-assembly” (auto-agregação) molecular: associação espontânea de moléculas, em condições de equilíbrio, de modo a formar agregados estruturalmente bem definidos, ligados por ligações químicas fracas (não-covalentes).

Não esquecer os aspectos termodinâmicos — a competição entre a entalpia e entropia na energia de Gibbs que tende sempre para um mínimo (equilíbrio) na self-assembly.

Auto-organização

A auto-organização é um processo complexo, e dinâmico, que ocorre longe do equilíbrio termodinâmico e implica que o sistema deve ser aberto (receber energia e/ou informação).

O conceito de *emergência* surge associado à complexidade.

Já Aristoteles, há mais de 2000 anos, escrevia na *Metafísica*, que "o todo é algo de diferente e acima das suas partes, e não apenas a soma de todas elas.

Foi no entanto no século XIX que essa ideia surgiu entre os biólogos para explicar como alguns aspectos dos seres vivos são estáveis e reprodutíveis, enquanto que as leis microscópicas da química donde descendem são aleatórias e probabilísticas.

Os especialistas consideram que os fenómenos emergentes são governados por **regras de selecção**, que controlam o modo como os agentes interactivam uns com os outros. Essas regras são muitas vezes expressas em modelos matemáticos. É curioso como **um pequeno conjunto de regras simples** pode gerar comportamentos de grande complexidade.

Princípios de *self-assembly* molecular em biologia:

i) Associação de interações fracas de modo a dar uma estrutura final que corresponde a um mínimo termodinâmico.

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \leq 0$$

Condição de espontaneidade

G = energia de Gibbs

H = entalpia (calor)

T = temperatura absoluta

S = entropia

ii) Só estão normalmente envolvidos poucos tipos de moléculas — minimizando a informação requerida para uma determinada estrutura: 20 aminoácidos, uns poucos nucleótidos, uma dúzia de lípidos, 2 dúzias de açúcares + alguns intermediários

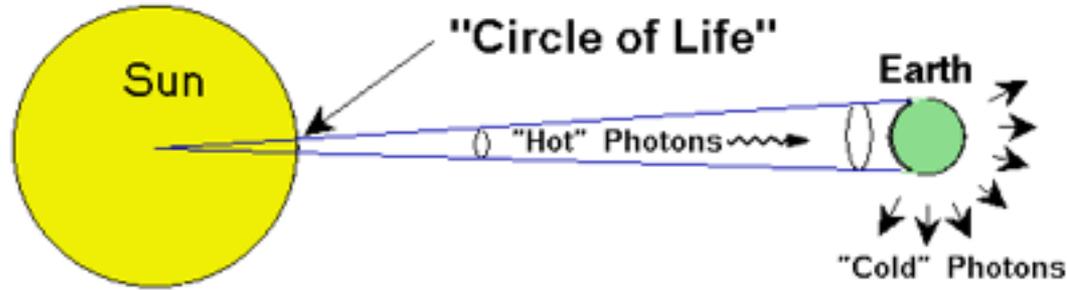
iii) Cooperatividade

Onde vão os sistemas vivos buscar a entropia negativa?

A Energia do Sol é *altamente organizada* e transportada por *fotões*.

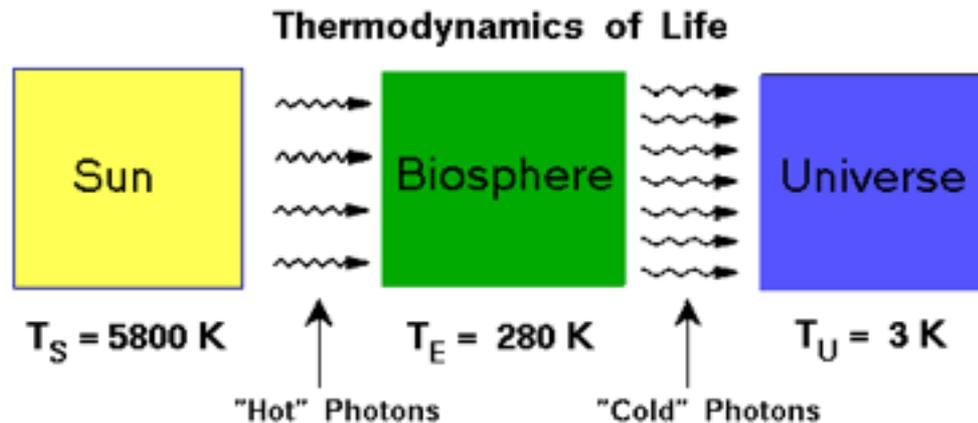
A Biosfera absorve *fotões quentes* do Sol e emite *fotões frios* de maior comprimento de onda.

O fluxo de energia e entropia é equivalente ao total da energia e entropia do *ciclo da vida*.



Três subsistemas termodinâmicos: o Sol, a Biosfera e o Universo.

A Biosfera extrai *entropia negativa* no processo de troca de *fotões quentes* ($T=5800$ K) por *fotões frios* ($T=280$ K). Este processo é responsável pela misteriosa *Força Vital* que parece desafiar a segunda lei da Termodinâmica.



Balço da entropia para a Biosfera:

O fluxo de entropia recebida pela Biosfera é $dS/dT = 5,6 \times 10^{36}$ bits s^{-1} (a $T=5800$ K)

O fluxo de entropia emitida pela Biosfera é $dS/dT = 122 \times 10^{36}$ bits s^{-1}

O influxo de entropia negativa responsável pela formação e manutenção da vida na Terra é

$$dS_{\text{INPUT}}/dT = -1,16 \times 10^{38} \text{ bits } s^{-1}$$

É possível criar um ser vivo artificial a partir de matéria inorgânica?

A experiência de Miller levou à ideia de criar vida artificial. Tem havido muitas tentativas. David W. Deamer, por exemplo, da Universidade da Califórnia, Santa Cruz lançou a ideia de criar uma **protocélula** (célula primitiva) há cerca de 30 anos. Segundo ele, a protocélula deveria satisfazer **12 requisitos**, nomeadamente, ter uma membrana que capta energia, manter gradientes de concentração de iões, confinar macromoléculas e dividir-se. As macromoléculas devem poder crescer por polimerização, evoluir, armazenar informação, ter a possibilidade de sofrer mutações, promover o crescimento de polímeros catalíticos. Vários laboratórios já conseguiram estes requisitos, mas ainda faltam dois: i) a célula deve conter genes e enzimas que podem ser replicados e ii) esses genes devem ser partilhados entre as células filhas. David W. Deamer espera que, na próxima década, seja possível atingir estes objectivos, talvez através de uma enzima que se duplica, e **actue simultaneamente como material genético e catalisador**.

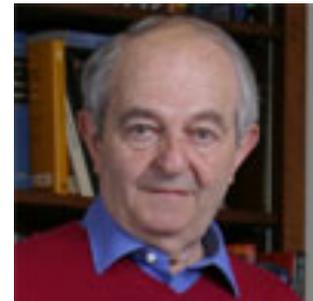
Albert Libchaber da Rockefeller University processou um plasmódio (célula com vários núcleos, formada através da divisão de um núcleo inicial) que gera proteínas e as coloca em sacos de membranas.

Estas células (que funcionam) sobrevivem por 4 dias, mas ainda não conseguiu que se reproduzissem.

Por todo o mundo, cientistas aproximam-se da criação de uma célula artificial que funcione.

Significa isto que estão perto de criar a vida em laboratório?

Scientist, January 2006



Albert Libchaber

Aspectos importantes na formação e funcionamento da célula

1. Formação da membrana

Moléculas podem formar sacos microscópicos por auto-agregação (self-assembly)

2. Captação de energia pela membrana

Moléculas (enzimas) como a ATPase geram ATP (a molécula de troca de energia) a partir da luz

3. As membranas controlam a concentração de iões no seu interior

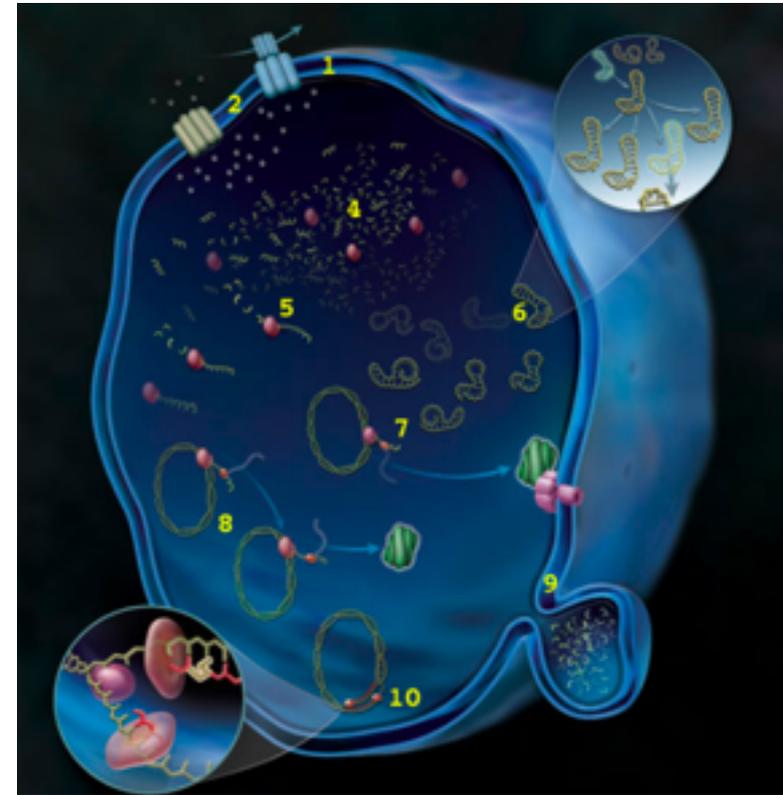
4. Macromoléculas são encapsuladas em compartimentos

5. Macromoléculas crescem por polimerização

6. Catalisadores macromoleculares aceleram o processo de crescimento

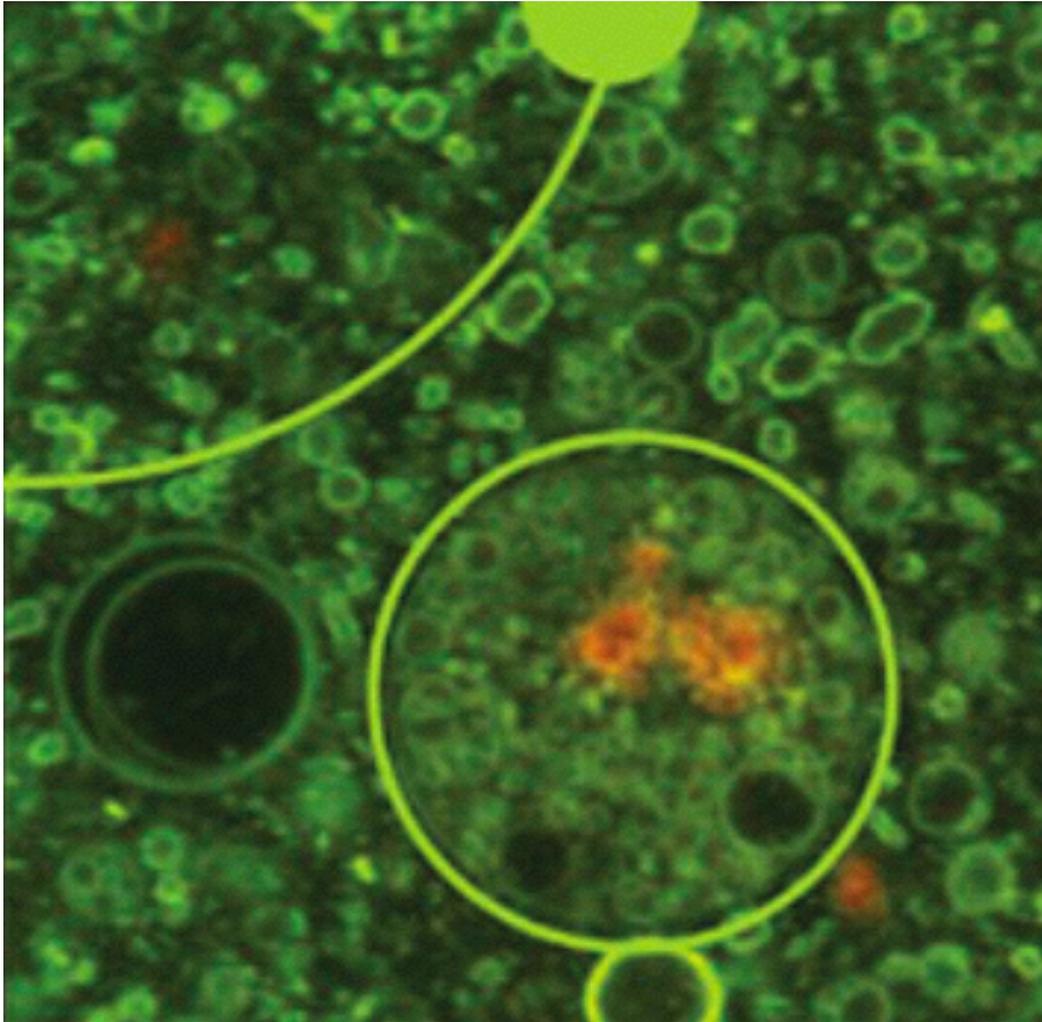
7. Captação de informação em sequências de partes de moléculas (monómeros)

8. A informação é usada para controlar o crescimento das moléculas



9. O sistema ligado à membrana pode dividir-se em estruturas mais pequenas que continuam a crescer

10. Os erros ocasionais (mutações) ocorrem durante a replicação ou transmissão de informação mas o sistema pode evoluir.



RNA com um marcador fluorescente vermelho é absorvido numa partícula de calcáreo, encapsulada por um vesículo de ácido gordo com um marcador fluorescente verde.

Esta estrutura é formada por *self-assembly* mediada pelo calcáreo, e ilustra um possível processo pelo qual precursores das células primitivas poderiam ser formados

Em Junho de 2007 apareceu nos media (e. g., BBC News) uma notícia que deixou muito boa gente estupefacta: um grupo de cientistas submeteu um pedido de patente para um método de criar um "organismo sintético". O pedido de patente, do **Instituto J. Craig Venter**, reclama propriedade exclusiva de um conjunto de genes e de um organismo sintético vivo, que pode crescer e replicar-se, feito a partir desses genes.

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/6733797.stm>

O termo **BIOLOGIA SINTÉTICA** apareceu pela primeira vez no título de um artigo na revista NATURE em 1913, mas desapareceu até 1980, altura em que é aplicado no mesmo sentido que a *tecnologia do ADN recombinante*. Hoje em dia, o termo é usado para descrever a engenharia de circuitos genéticos, genomas e mesmo organismos vivos.

Algumas definições:

A biologia sintética é a engenharia de novos sistemas usando partes em que se pode confiar. É a aplicação da análise de sistemas biológicos para fabricar e testar máquinas biológicas complexas.

- George Church, professor of genetics at Harvard Medical School and Director of the Center for Computational Genetics

A definição de biologia sintética é ilusiva, como é a definição de *vida*. Como físicos, gostaríamos de construir máquinas, *robots*, etc. É o que tentamos fazer com as moléculas da vida. É uma espécie de engenharia, mas há ainda muitas questões fundamentais

- Vincent Noireaux, assistant professor of physics, University of Minnesota

"Let me ask my funding agency. ... I'll get back to you."

- Frederick Blattner, professor of genetics, University of Wisconsin,

Vida como processo informático/computacional

O progresso recente na “criação” de células sintéticas sugere que a “síntese” de matéria viva é um objetivo realista.

No livro “*Life at the speed of light*” (2013), *Craig Venter* descreve alguns sucessos recentes.

A ideia fundamental é a de que a “vida” é idêntica a um processo informático/computacional.

Um ser vivo (e.g., bactéria) é idêntico a uma máquina informática (computador) em que há a considerar 2 componentes: o *hardware* e o *software*.

O *hardware* é o componente material (as moléculas, como o ADN, as proteínas, etc.).

O *software* é o componente imaterial, que constitui a informação inscrita no código genético — nas moléculas de ADN.

Um ser vivo é constituído por células, todas contendo o código genético desse ser, no qual estão escritas as instruções (“programa”) para fabricar as proteínas e outras moléculas necessárias ao funcionamento do ser vivo, a partir de produtos químicos — os alimentos, luz.

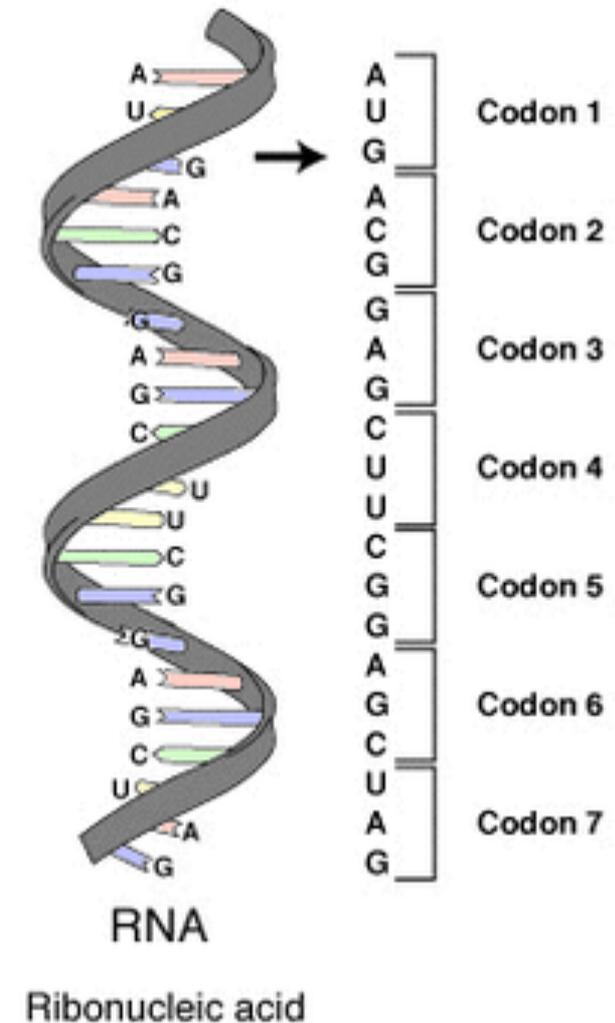
O mais curioso é que o software pode criar o hardware de que necessita! O que não se sabe é qual foi o software, ou hardware, original da primeira “coisa” viva — é como a história do ovo e da galinha.

No Craig Venter Institute e noutros laboratórios têm sido sintetizadas bactérias a partir de pedaços de ADN que são quimicamente agrupados de modo a compôr novas moléculas de ADN com outro código genético.

Como um livro que é composto a partir das letras do alfabeto ou um programa informático a partir de duas letras (0 e 1), as letras em que está escrito o código genético de um ser vivo são 4 (moléculas): Adenina (A), Guanina (G), Citosina (C) e Timina (T).

A figura mostra algumas sequências das letras, que formam as “palavras” (codon) do código genético numa molécula de ARN (ácido ribonucleico), que juntamente com o ADN (ácido dibribonucleico — 2 hélices) constituem as peças base da matéria viva.

As letras A,G,C,T são moléculas que se ligam às cadeias de outra molécula em forma de hélice (ADN). A sequência das letras forma as palavras (codon) e o conjunto das palavras nas hélices de ADN constituem o código genético — toda a informação para recriar o ser vivo.



Exemplo possível: no laboratório A é sintetizada uma bactéria (e.g., uma vacina) usando um conjunto de compostos químicos e pedaços de ADN de uma dada bactéria. Com a ajuda de computadores é possível construir um novo ADN, que pode até ser diferente do do ser original, sendo assim criada uma nova bactéria artificial. Toda a informação do código genético pode ficar na memória do computador em linguagem informática de zeros e uns, podendo ser enviada pela internet ou por email para outro laboratório.

No laboratório B, a milhares de quilómetros, estão os meios computacionais para receber o código genético do novo ser vivo criado no laboratório A. Se esse laboratório tiver o sistema computacional ligado a um dispositivo onde estão contidos os produtos químicos (pedaços de ADN) necessários, a nova bactéria pode ser reproduzida. Como se envia uma carta ou uma fotografia por email ou via internet.

É por isso que Craig Venter fala de vida que pode ser transmitida à velocidade da luz!

Será provavelmente possível, num futuro não muito longínquo, transmitir um ser vivo de um local para outro à velocidade da luz. Basta ler o código genético do ser vivo, (escrito com as 4 letras A, G, C, T) traduzi-lo para linguagem digital (0, 1), transmitir por internet e reconstruir no outro local onde há um dispositivo (como uma impressora) com as moléculas necessárias (os *toner* da impressora)

Mais! Será possível criar novas formas de vida a partir de pedaços de material genético. Como se pode escrever um novo texto usando as letras de um alfabeto.

Mais ainda!

Craig Venter e colaboradores conseguiram inserir mensagens (de texto) em genomas, i.e., traduziram textos comuns para linguagem do alfabeto genético (código genético ou “código ADN”) e inscreveram-nos em moléculas de ADN de células sintéticas vivas. Essas mensagens podem ser lidas fazendo a sequenciação do novo genoma — hoje um processo de rotina.

Um dos textos foi uma citação de [Richard Feynman](#):

“WHAT I CANNOT CREATE I DO NOT UNDERSTAND”

...O melhor é ver os 5 videos, de Craig Venter, das Dublin Lectures (em 2012) em comemoração da lição de Schrödinger “o que é a vida?”.

O 1º está no site indicado abaixo e os outros estão ao lado

<https://www.youtube.com/watch?v=c1-3mcFi85I>

Filosofia

Tales:

A ideia de Tales, o fundador da escola Milésia, de que a água é a substância fundamental, da qual todas as outras são formas transientes. Note-se, no entanto, o aspecto crucial de que a ideia de substância nessa época não deve ser interpretada no sentido puramente material, como actualmente, mas que **a Vida estava associada e era inerente a essa substância.**

Aristóteles dizia que a *substância de Tales estava cheia de deuses.*

Ref: Werner Heisenberg, *Physics and Philosophy: The Revolution in Modern Science*, Penguin Modern Classics.

Platão: *Timeu*

Bibliografia

1. O que é a vida? E. Schrödinger (1943)
2. “The origins of life. From the Birth of Life to the Origins of Language John Maynard Smith and Eörs Szathmáry, Oxford University Press. 1999
3. “Origins of life”, Freeman Dyson, Cambridge University Press, 1999
4. “Life at the speed of light” Craig Venter, 2013

Notas:

1. Sugere-se a visualização do vídeo com uma conferência sobre *self-replication* (uma das características da matéria viva) de um sistema simples. O conferencista é o físico teórico Paul Chaikin, que desde os anos de 1970 trabalha em condutores orgânicos e conheci, e trouxe a Portugal em 1979, agora a investigar *soft matter* na New York University

<http://online.kitp.ucsb.edu/online/biopoly-c11/chaikin/rm/flash.html>

2. No youtube pode ver-se uma lição de Craig Venter em que expõe as ideias do livro “**Life at the speed of light**” . São 5 videos (1 a 5) e o 1º está no site:

<https://www.youtube.com/watch?v=c1-3mcFi85I>

os outros ao lado