

A photograph taken from the International Space Station (ISS) showing the Earth at night. The planet's surface is illuminated by city lights, creating a glowing orange and yellow pattern against the dark blue and black of the night sky. The curved horizon of the Earth is visible. In the foreground, parts of the ISS structure, including white metal truss beams and a large cylindrical module, are visible. The overall scene is a dramatic view of our planet from space.

**ORIGEM DA VIDA,
PLANETAS EXTRASSOLARES
E VIDA EXTRATERRESTRE**

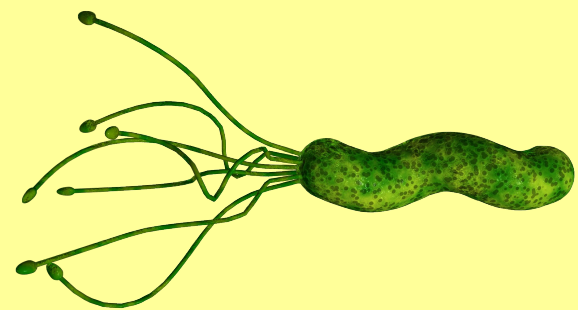
O que é vida?



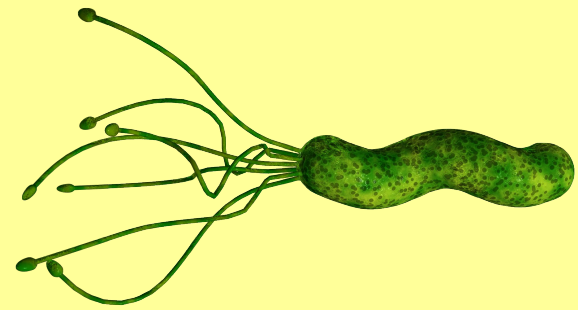
O que é vida?



1. Organização em células;
2. Metabolismo;
3. Crescimento;
4. Reprodução;
5. Mutação;
6. Evolução.

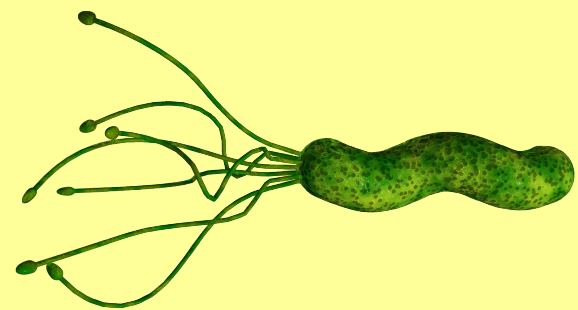


Vida



Vida \neq

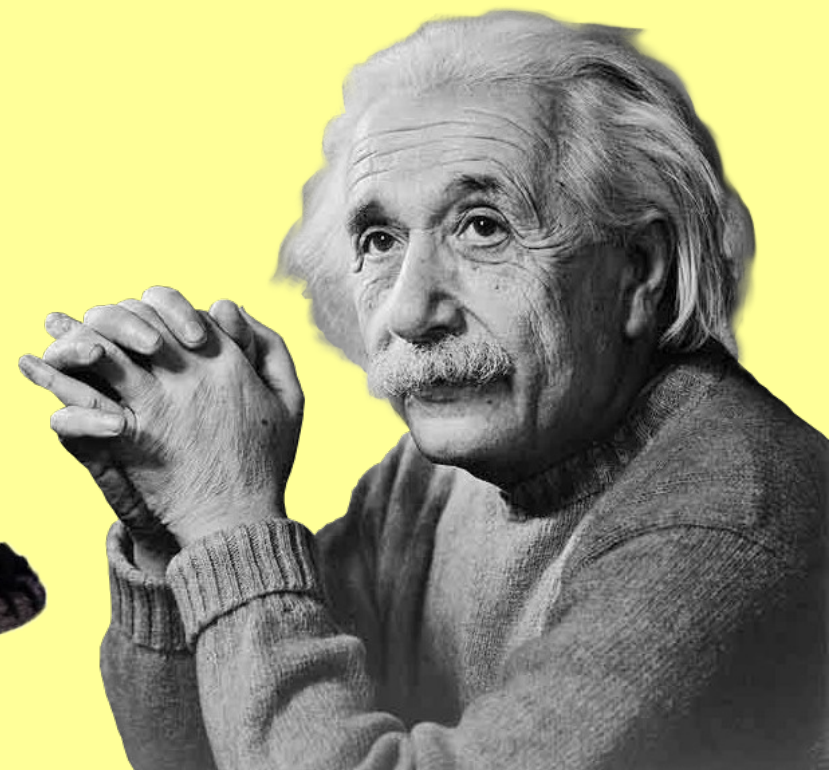
Organismos
complexos



Vida \neq



Organismos
complexos \neq



Vida
inteligente

A Terra Primitiva

→ Ainda em processo de resfriamento, o qual permitiu acúmulo de água na costa, gerando os mares primitivos.



A Terra Primitiva

- Ainda em processo de resfriamento, o qual permitiu acúmulo de água na costa, gerando os mares primitivos.
- Erupções vulcânicas eram muito frequentes, liberando grande quantidade de gases e de partículas para a atmosfera.



A Terra Primitiva

- Ainda em processo de resfriamento, o qual permitiu acúmulo de água na costa, gerando os mares primitivos.
- Erupções vulcânicas eram muito frequentes, liberando grande quantidade de gases e de partículas para a atmosfera.
- Tempestades com raios eram frequentes e não existia ainda a camada de ozônio.



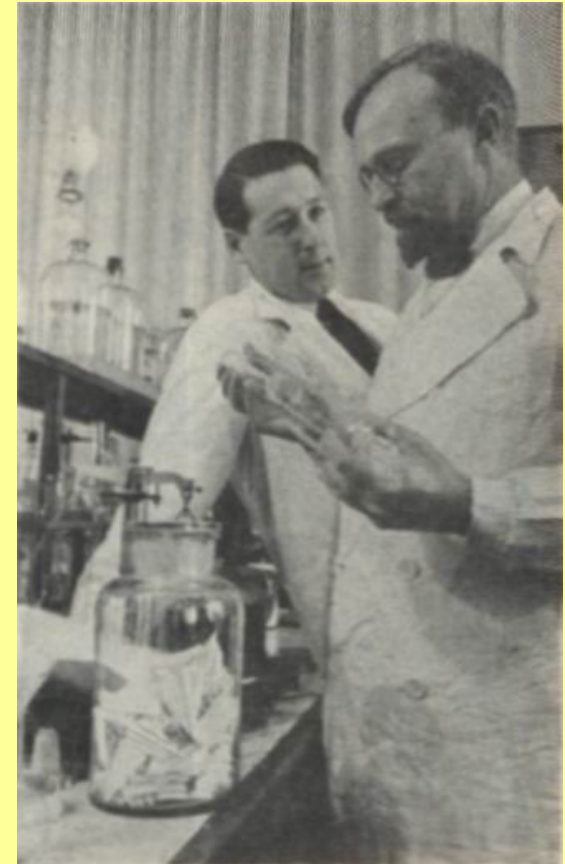
A Terra Primitiva

- Ainda em processo de resfriamento, o qual permitiu acúmulo de água na costa, gerando os mares primitivos.
- Erupções vulcânicas eram muito frequentes, liberando grande quantidade de gases e de partículas para a atmosfera.
- Tempestades com raios eram frequentes e não existia ainda a camada de ozônio.
- Não havia compostos orgânicos na atmosfera, nem oxigênio ou outros compostos oxidantes.



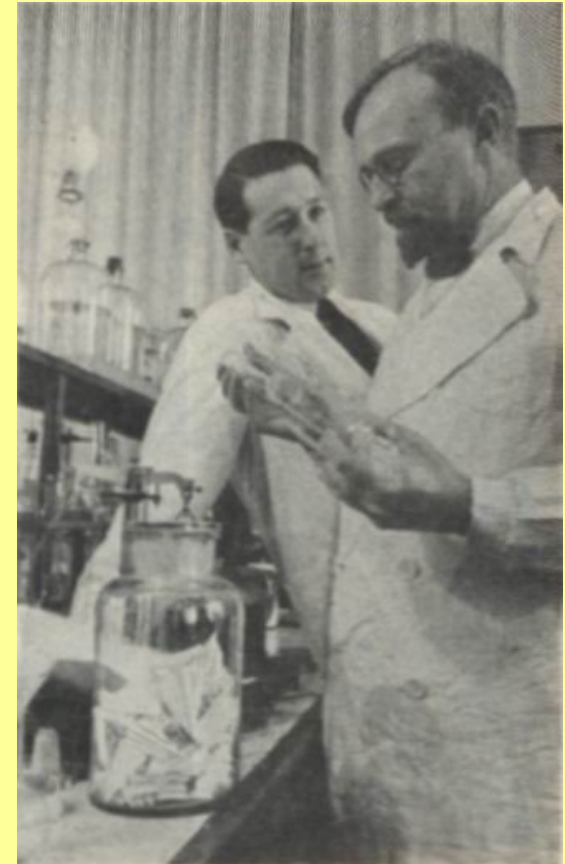
Teoria de Oparin

1. Não há diferença fundamental entre um organismo vivo e matéria sem vida. As propriedades características da vida deve ter surgido como uma parte do processo de evolução da matéria.



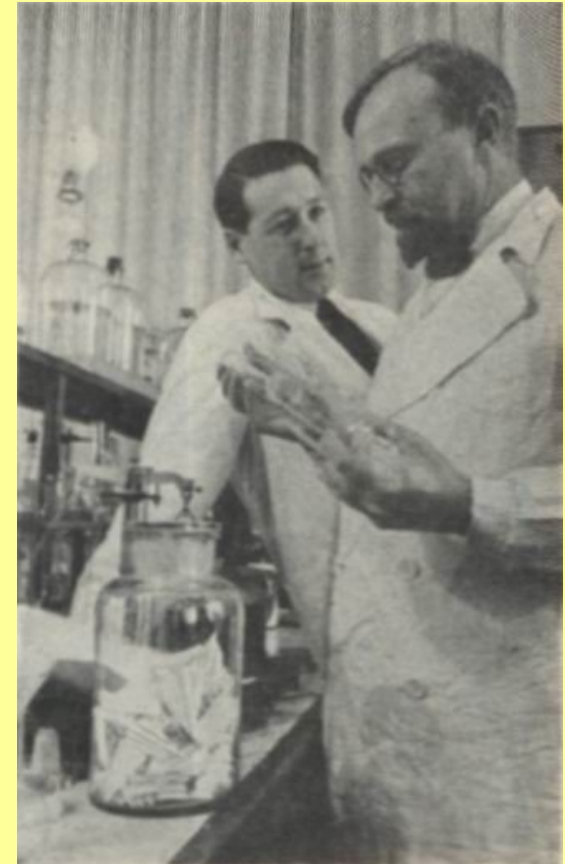
Teoria de Oparin

1. Não há diferença fundamental entre um organismo vivo e matéria sem vida. As propriedades características da vida deve ter surgido como uma parte do processo de evolução da matéria.
2. A Terra primitiva possuía uma atmosfera redutora (*livre de oxidantes*), contendo metano, amônia, hidrogênio e vapor d'água, substâncias que ele acreditava serem a matéria prima para evolução da vida.



Teoria de Oparin

1. Não há diferença fundamental entre um organismo vivo e matéria sem vida. As propriedades características da vida deve ter surgido como uma parte do processo de evolução da matéria.
2. A Terra primitiva possuía uma atmosfera redutora (*livre de oxidantes*), contendo metano, amônia, hidrogênio e vapor d'água, substâncias que ele acreditava serem a matéria prima para evolução da vida.
3. Havia, inicialmente, apenas formas simples de matéria orgânica. Gradualmente, essas moléculas cresceram e aumentaram em complexidade.



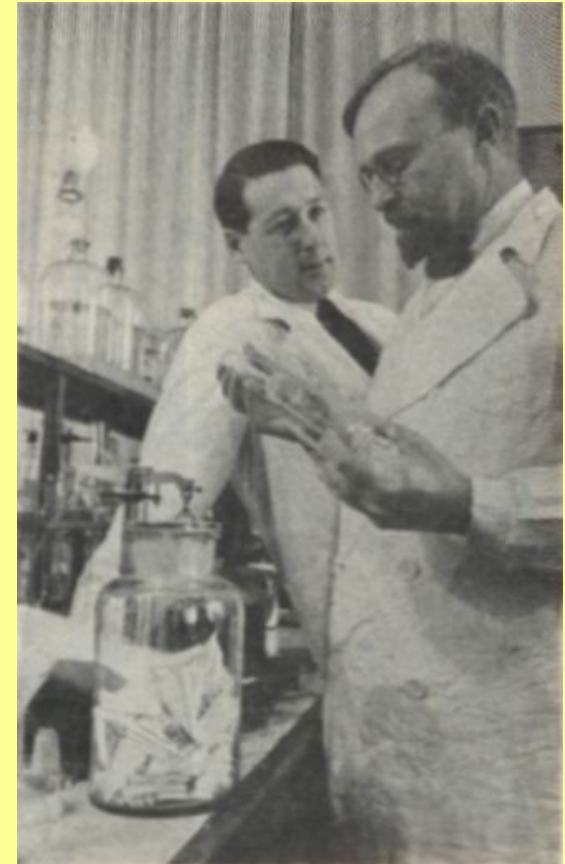
Teoria de Oparin

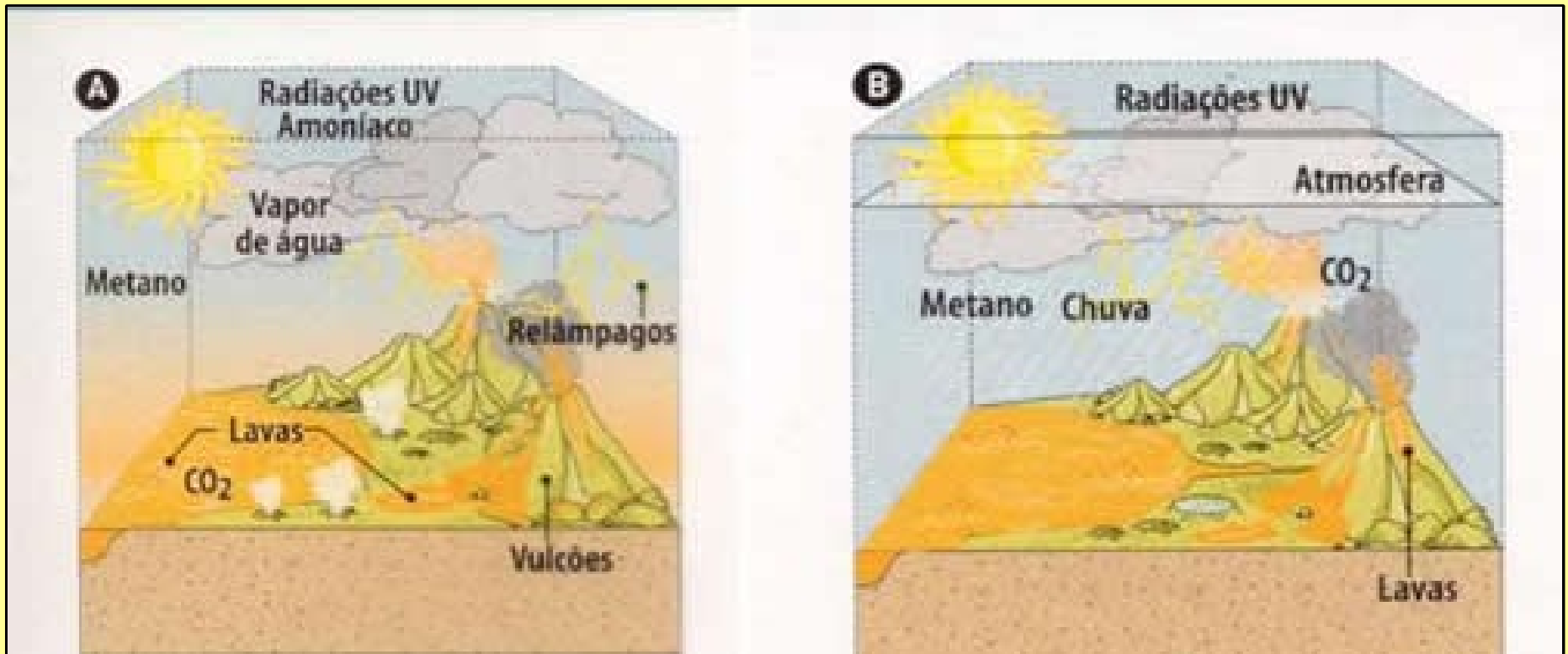
1. Não há diferença fundamental entre um organismo vivo e matéria sem vida. As propriedades características da vida deve ter surgido como uma parte do processo de evolução da matéria.

2. A Terra primitiva possuía uma atmosfera redutora (*livre de oxidantes*), contendo metano, amônia, hidrogênio e vapor d'água, substâncias que ele acreditava serem a matéria prima para evolução da vida.

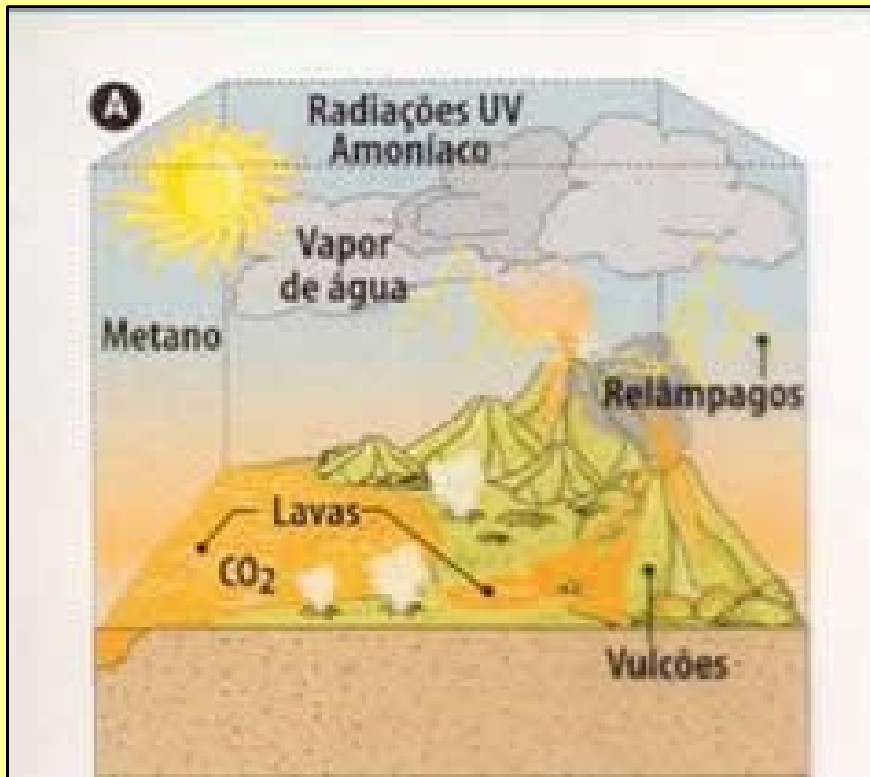
3. Havia, inicialmente, apenas formas simples de matéria orgânica. Gradualmente, essas moléculas cresceram e aumentaram em complexidade.

4. Esse processo levou à ordem biológica. Competição, velocidade de crescimento da célula, sobrevivência do mais apto, luta por sobrevivência e, finalmente, seleção natural determinaram a forma de organização dos seres vivos atuais.

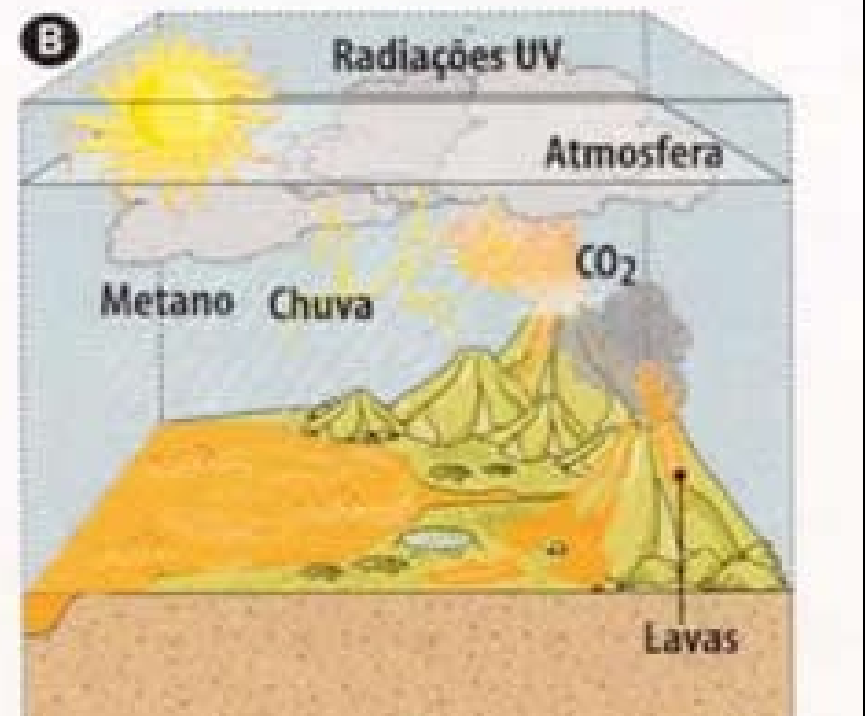




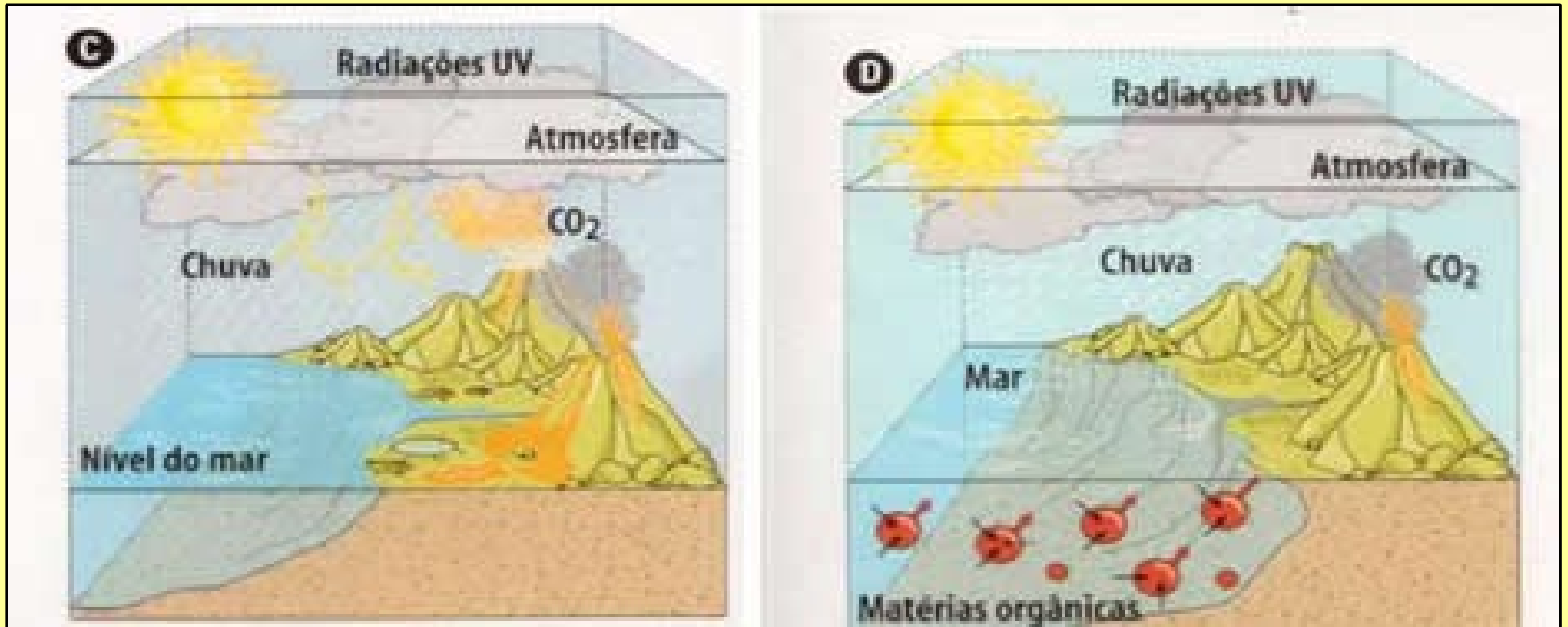
A. Atmosfera composta por CH_4 , NH_3 , H_2 e vapor de H_2O . Alta atividade vulcânica, incidência de radiação UV e descargas elétricas.



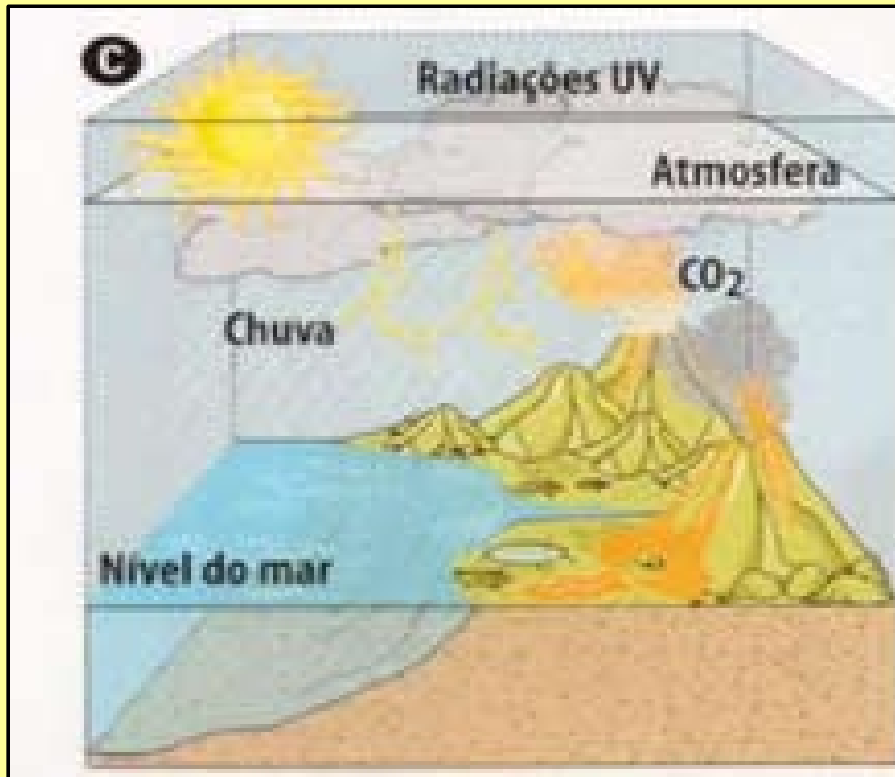
A. Atmosfera composta por CH_4 , NH_3 , H_2 e vapor de H_2O . Alta atividade vulcânica, incidência de radiação UV e descargas elétricas.



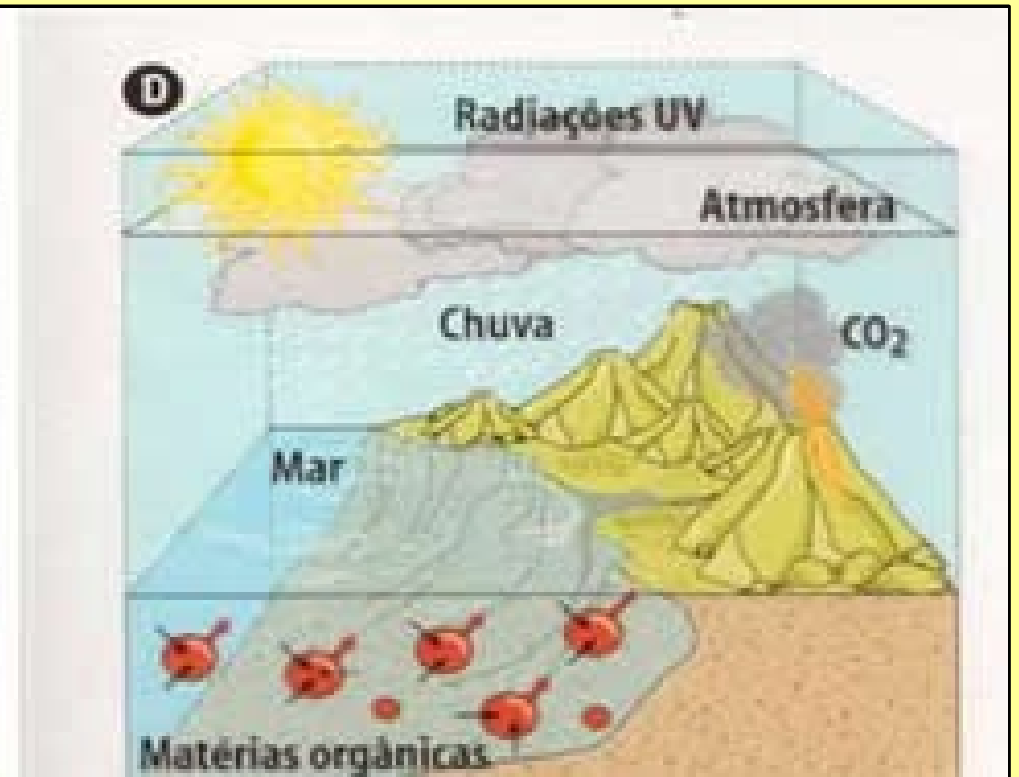
B. Chuvas e resfriamento levam à formação de mares primitivos, quentes.



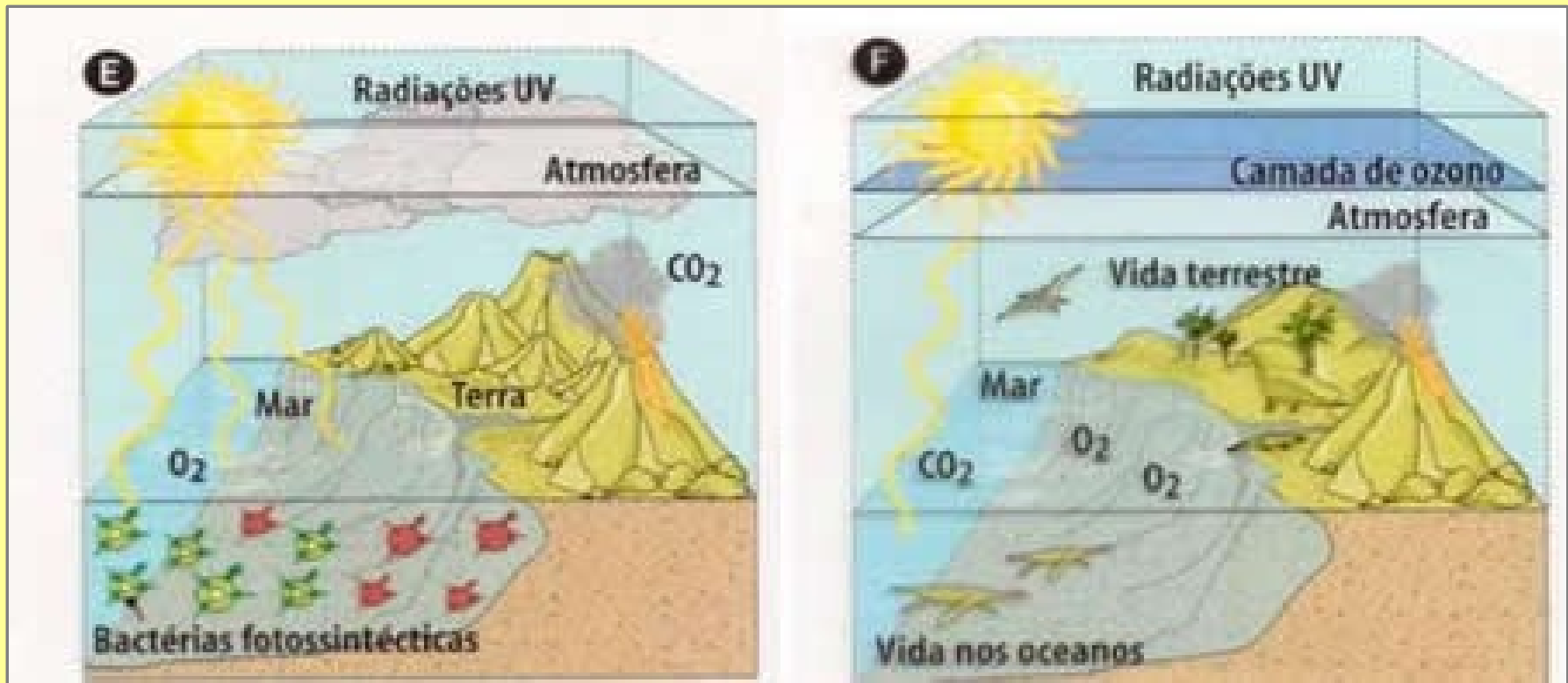
C. As moléculas orgânicas formadas eram arrastadas pelas águas das chuvas e passavam a se acumular nos mares primitivos.



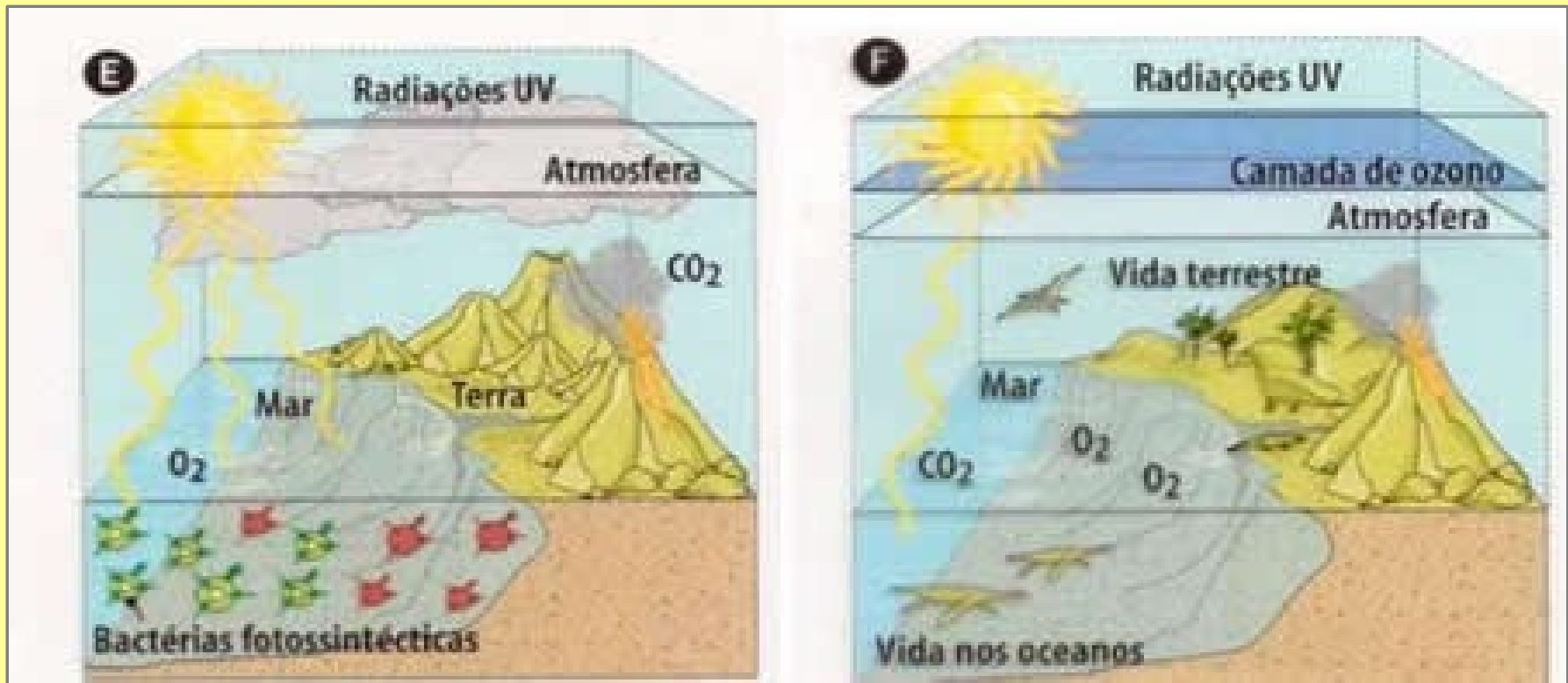
C. As moléculas orgânicas formadas eram arrastadas pelas águas das chuvas e passavam a se acumular nos mares primitivos.



D. Esse processo, repetindo-se ao longo de muitos anos, teria transformado os mares primitivos em verdadeiras "sopas nutritivas", ricas em matéria orgânica.



E. Moléculas orgânicas agregaram-se, formando *coacervados*. Sistemas equivalentes, envoltos por uma membrana formada por lipídios e proteínas e contendo em seu interior a molécula de ácido nucléico, devem também ter surgido.



E. Moléculas orgânicas agregaram-se, formando *coacervados*. Sistemas equivalentes, envoltos por uma membrana formada por lipídios e proteínas e contendo em seu interior a molécula de ácido nucléico, devem também ter surgido.

F. Com a presença do ácido nucléico, essas formas teriam adquirido a capacidade de reprodução e regulação das reações internas.

Experimento de Miller-Urey

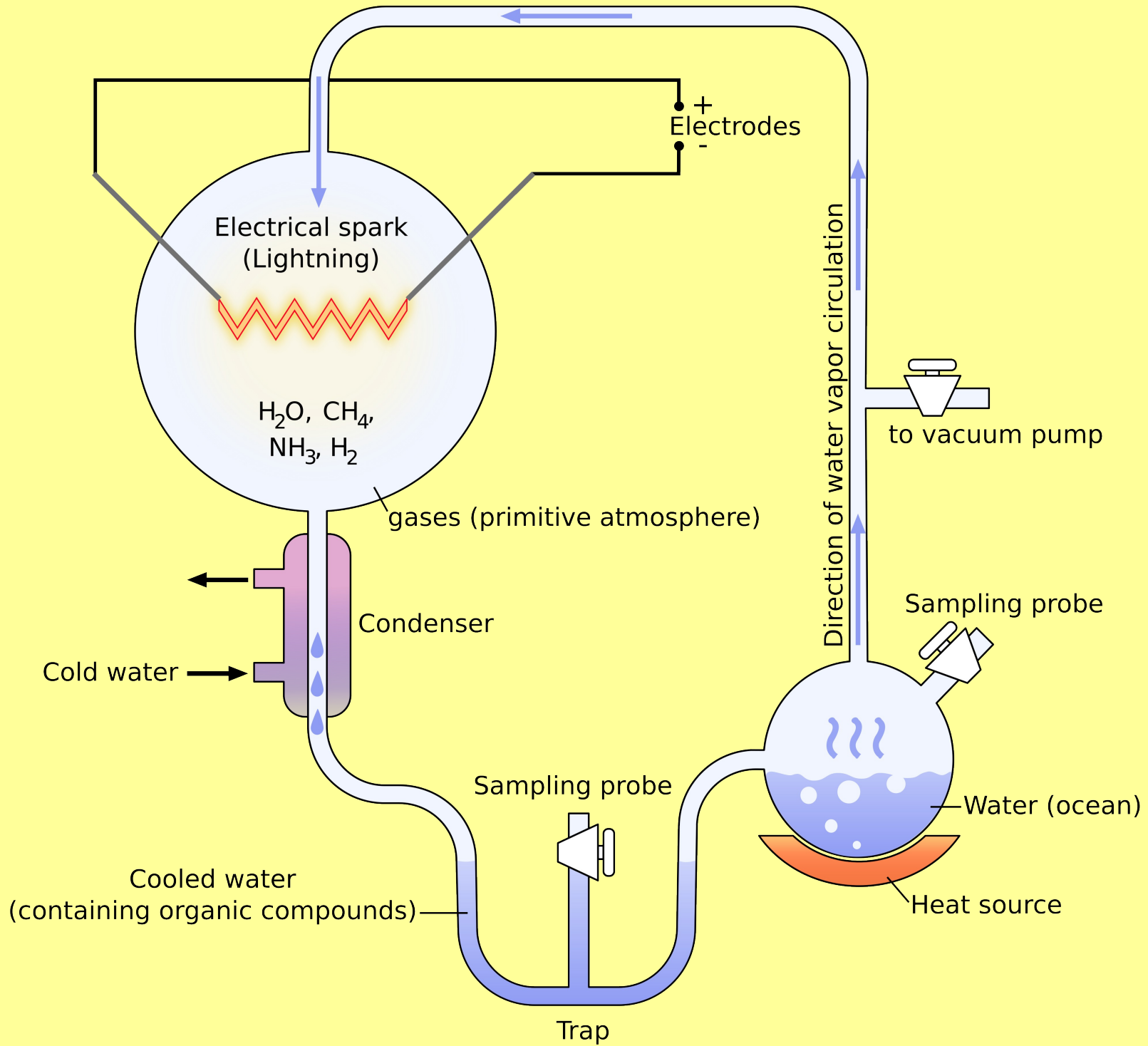
→ Desenvolvido para testar a hipótese de Oparin.

Experimento de Miller-Urey

→ Desenvolvido para testar a hipótese de Oparin.

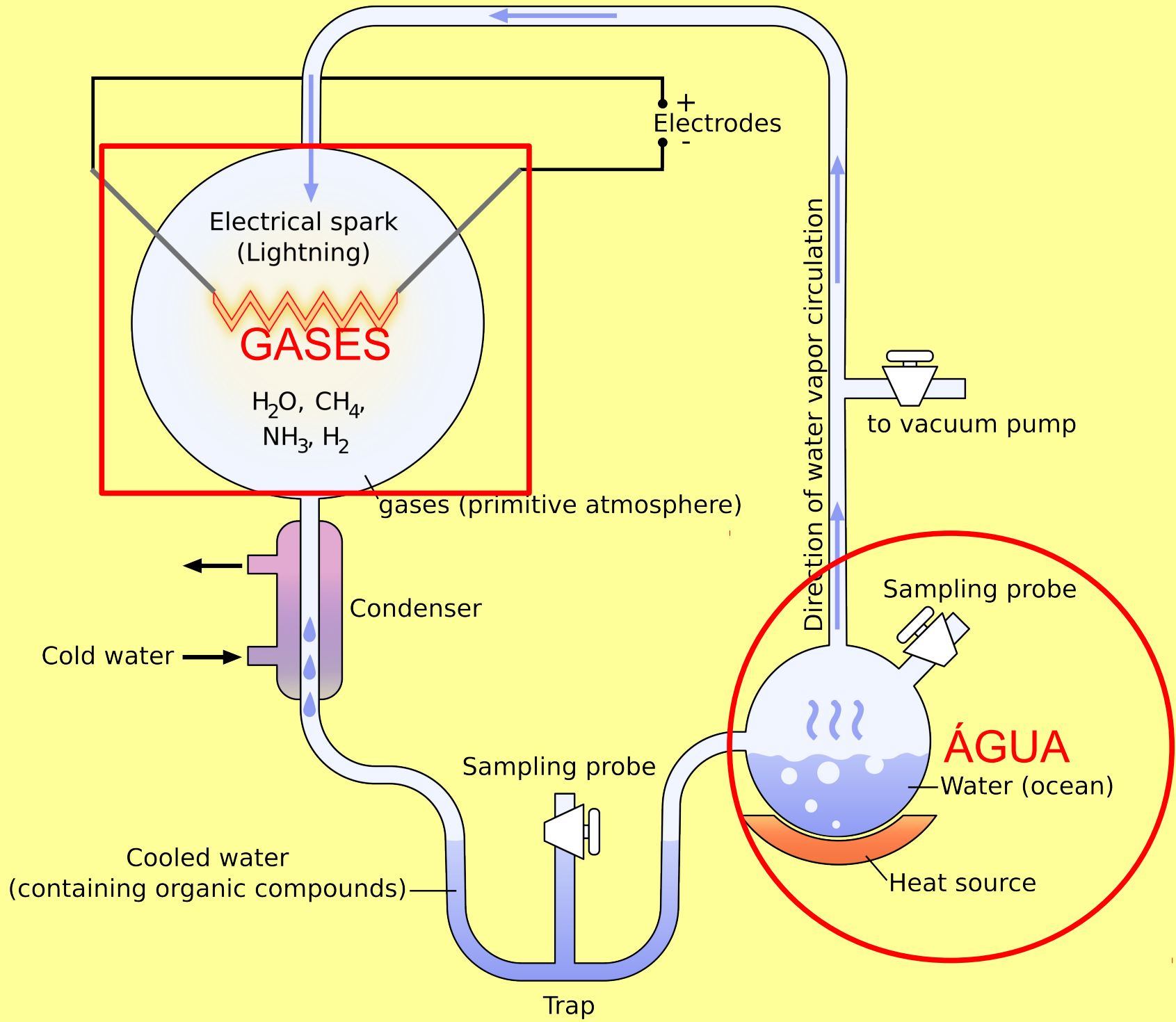
→ Realizado em 1952, por *Stanley Miller*, sob orientação de *Harold Urey*, na Universidade de Chicago e, depois, na Universidade de San Diego, e publicado no ano seguinte.





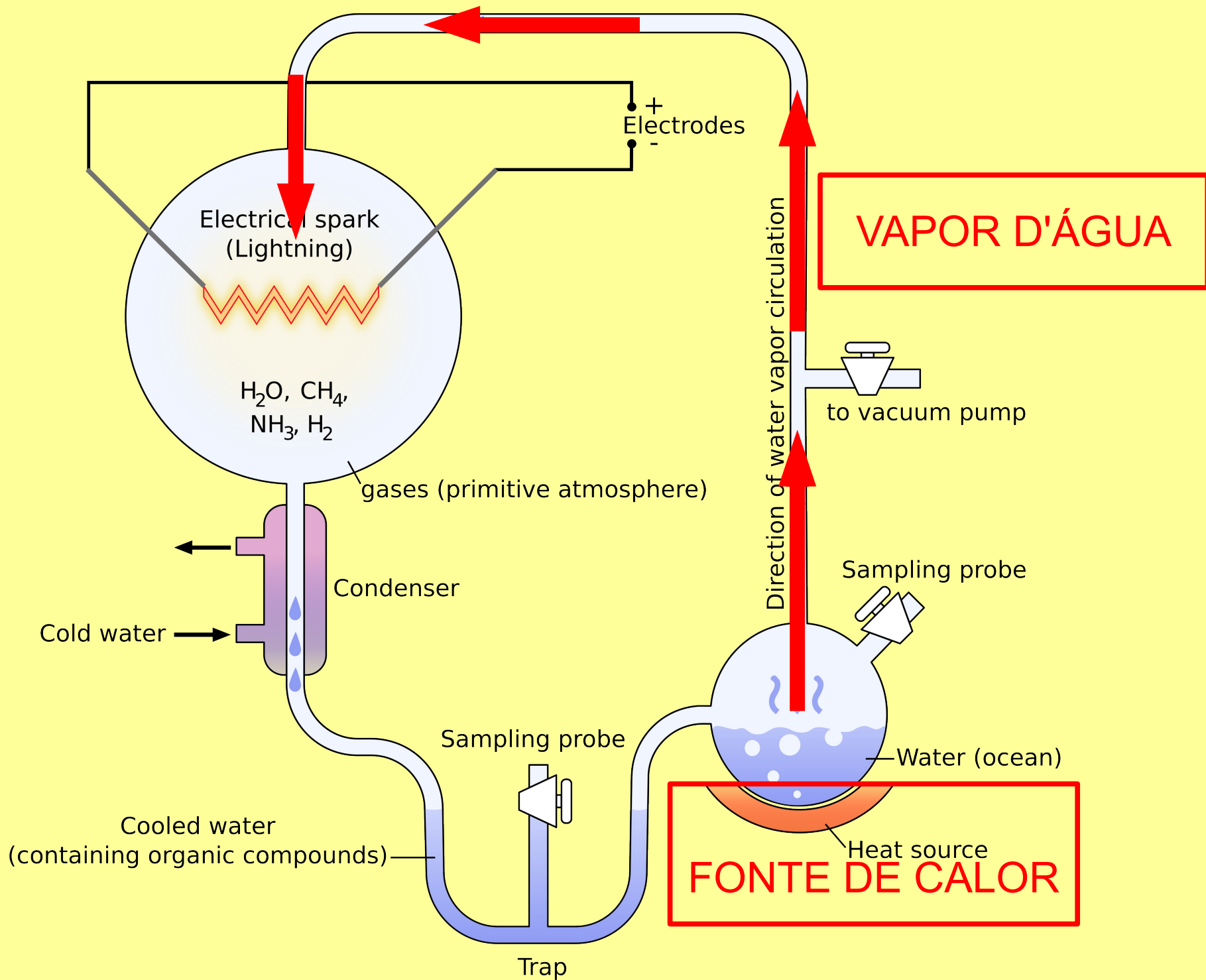
Experimento de Miller-Urey

→ Água (H_2O), metano (CH_4), amônia (NH_3) e hidrogênio (H_2) foram isolados dentro de um frasco conectado a outro frasco, contendo água em estado líquido.



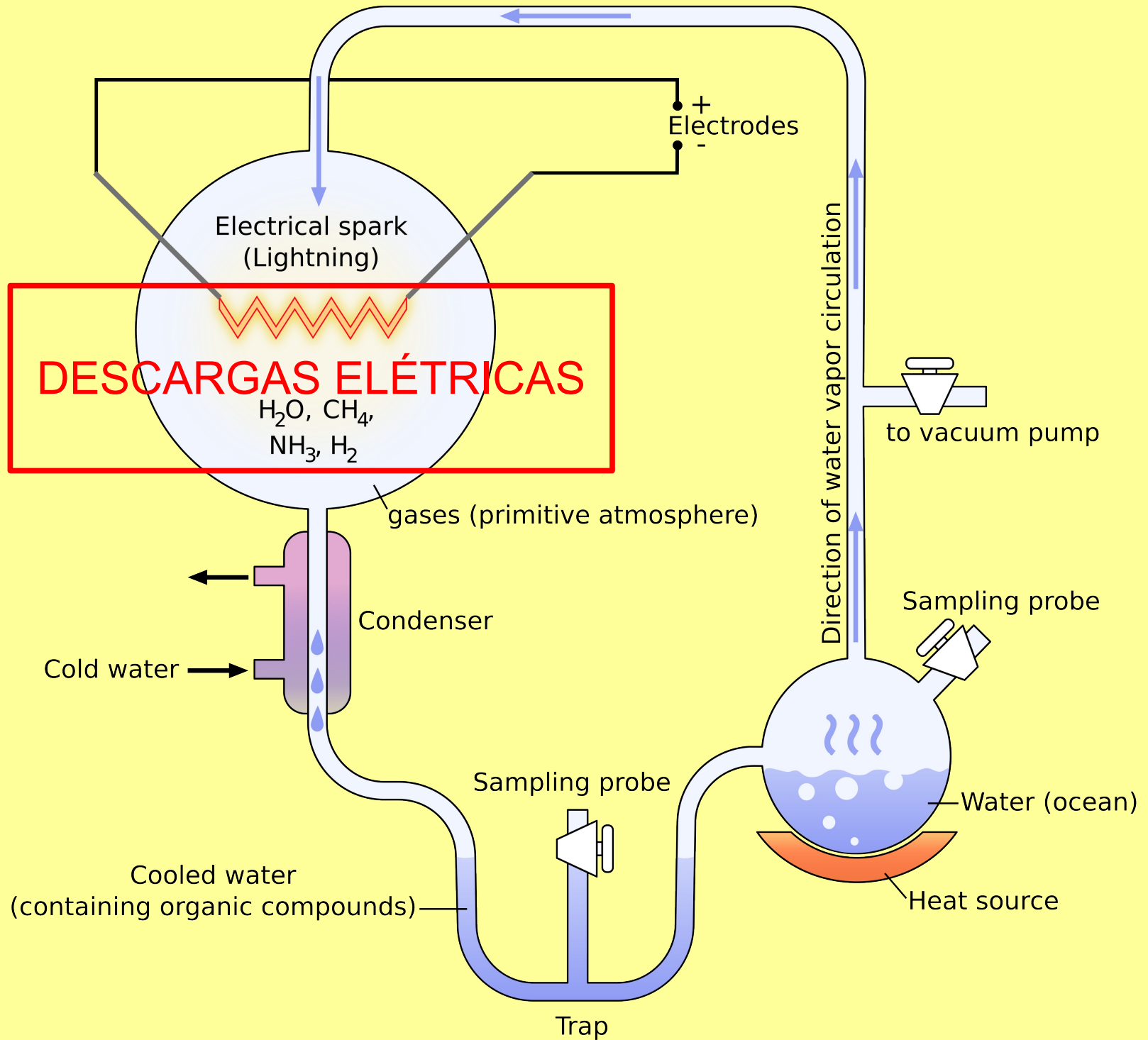
Experimento de Miller-Urey

- Água (H_2O), metano (CH_4), amônia (NH_3) e hidrogênio (H_2) foram isolados dentro de um frasco conectado a outro frasco, contendo água em estado líquido.
- A água era aquecida para que se formasse vapor e ele penetrasse no outro frasco.



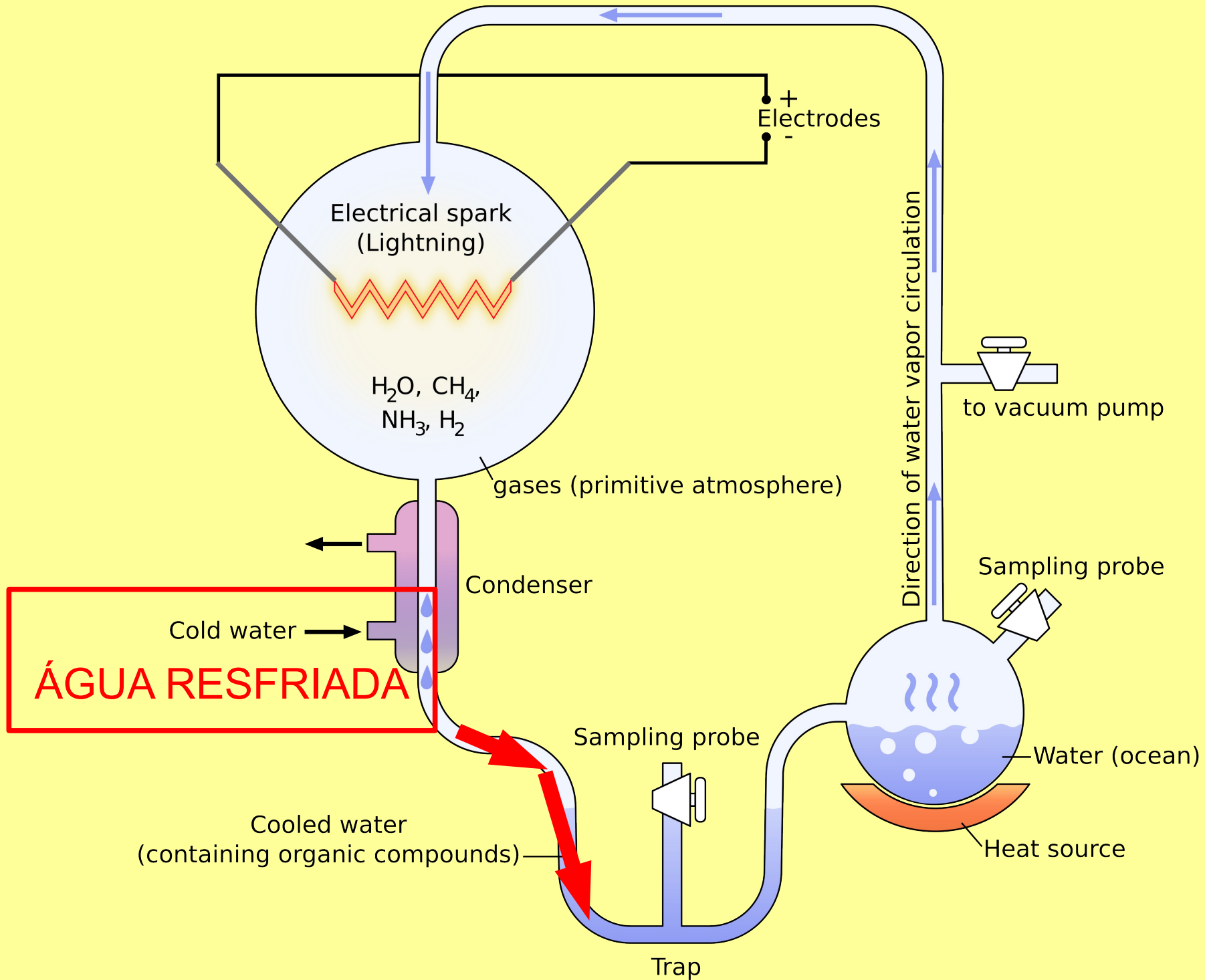
Experimento de Miller-Urey

- Água (H_2O), metano (CH_4), amônia (NH_3) e hidrogênio (H_2) foram isolados dentro de um frasco conectado a outro frasco, contendo água em estado líquido.
- A água era aquecida para que se formasse vapor e ele penetrasse no outro frasco.
- Descargas elétricas eram continuamente disparadas no frasco para simular raios.



Experimento de Miller-Urey

- Água (H_2O), metano (CH_4), amônia (NH_3) e hidrogênio (H_2) foram isolados dentro de um frasco conectado a outro frasco, contendo água em estado líquido.
- A água era aquecida para que se formasse vapor e ele penetrasse no outro frasco.
- Descargas elétricas eram continuamente disparadas no frasco para simular raios.
- A atmosfera simulada era esfriada novamente, de modo que a água condensava e escorria para um recipiente na base do aparato.



Experimento de Miller-Urey

- Água (H_2O), metano (CH_4), amônia (NH_3) e hidrogênio (H_2) foram isolados dentro de um frasco conectado a outro frasco, contendo água em estado líquido.
- A água era aquecida para que se formasse vapor e ele penetrasse no outro frasco.
- Descargas elétricas eram continuamente disparadas no frasco para simular raios.
- A atmosfera simulada era esfriada novamente, de modo que a água condensava e escorria para um recipiente na base do aparato.
- Após um dia, a solução no recipiente se tornara rosa.

Experimento de Miller-Urey

- Água (H_2O), metano (CH_4), amônia (NH_3) e hidrogênio (H_2) foram isolados dentro de um frasco conectado a outro frasco, contendo água em estado líquido.
- A água era aquecida para que se formasse vapor e ele penetrasse no outro frasco.
- Descargas elétricas eram continuamente disparadas no frasco para simular raios.
- A atmosfera simulada era esfriada novamente, de modo que a água condensava e escorria para um recipiente na base do aparato.
- Após um dia, a solução no recipiente se tornara rosa.
- Em uma semana, o experimento foi encerrado e Miller verificou a presença dos aminoácidos glicina, α - e β -alanina na solução.

Experimento de Miller-Urey

→ Evidências atuais sugerem que a composição da atmosfera primitiva era diferente do que se pensava na época de Miller, tendo ainda menos moléculas redutoras.

Experimento de Miller-Urey

- Evidências atuais sugerem que a composição da atmosfera primitiva era diferente do que se pensava na época de Miller, tendo ainda menos moléculas redutoras.
- Experimentos realizados com essa composição produziram uma diversidade ainda maior de moléculas.

Experimento de Miller-Urey

- Evidências atuais sugerem que a composição da atmosfera primitiva era diferente do que se pensava na época de Miller, tendo ainda menos moléculas redutoras.
- Experimentos realizados com essa composição produziram uma diversidade ainda maior de moléculas.
- Estudos recentes sugerem também que havia mais hidrogênio na atmosfera do que se pensava, o que tornaria o ambiente ainda mais propício para a formação de moléculas orgânicas.

Panspermia Cósmica

→ Hipótese que sugere que a vida existe por todo o Universo, e propõe que formas de vida microscópicas podem ficar aprisionadas em detritos e serem ejetadas após colisões entre corpos celestes.

Panspermia Cósmica

- Hipótese que sugere que a vida existe por todo o Universo, e propõe que formas de vida microscópicas podem ficar aprisionadas em detritos e serem ejetadas após colisões entre corpos celestes.
- Alguns organismos podem “viajar” por um longo tempo até colidirem em algum planeta ou misturar-se a um disco proto-planetário.

Panspermia Cósmica

- Hipótese que sugere que a vida existe por todo o Universo, e propõe que formas de vida microscópicas podem ficar aprisionadas em detritos e serem ejetadas após colisões entre corpos celestes.
- Alguns organismos podem “viajar” por um longo tempo até colidirem em algum planeta ou misturar-se a um disco proto-planetário.
- Quando condições apropriadas são encontradas, o organismo torna-se ativo e o processo de evolução começa.

Panspermia Cósmica

- Hipótese que sugere que a vida existe por todo o Universo, e propõe que formas de vida microscópicas podem ficar aprisionadas em detritos e serem ejetadas após colisões entre corpos celestes.
- Alguns organismos podem “viajar” por um longo tempo até colidirem em algum planeta ou misturar-se a um disco proto-planetário.
- Quando condições apropriadas são encontradas, o organismo torna-se ativo e o processo de evolução começa.
- Não descreve *como* a vida começou, apenas o que pode levar à sua distribuição pelo Universo.

Vida na Terra

→ Paleontologistas sugerem que fósseis microscópicos de bactéria e algas datando de 3,8 bilhões de anos são as evidências de vida mais remota na Terra.

Vida na Terra

- Paleontologistas sugerem que fósseis microscópicos de bactéria e algas datando de 3,8 bilhões de anos são as evidências de vida mais remota na Terra.
- Portanto, 1 bilhão de anos após a formação da Terra, evolução molecular já originara vida.

Vida na Terra

- Paleontologistas sugerem que fósseis microscópicos de bactéria e algas datando de 3,8 bilhões de anos são as evidências de vida mais remota na Terra.
- Portanto, 1 bilhão de anos após a formação da Terra, evolução molecular já originara vida.
- Desde então, as formas de vida sofreram mutações e a evolução darwiniana selecionou as formas mais adaptadas.

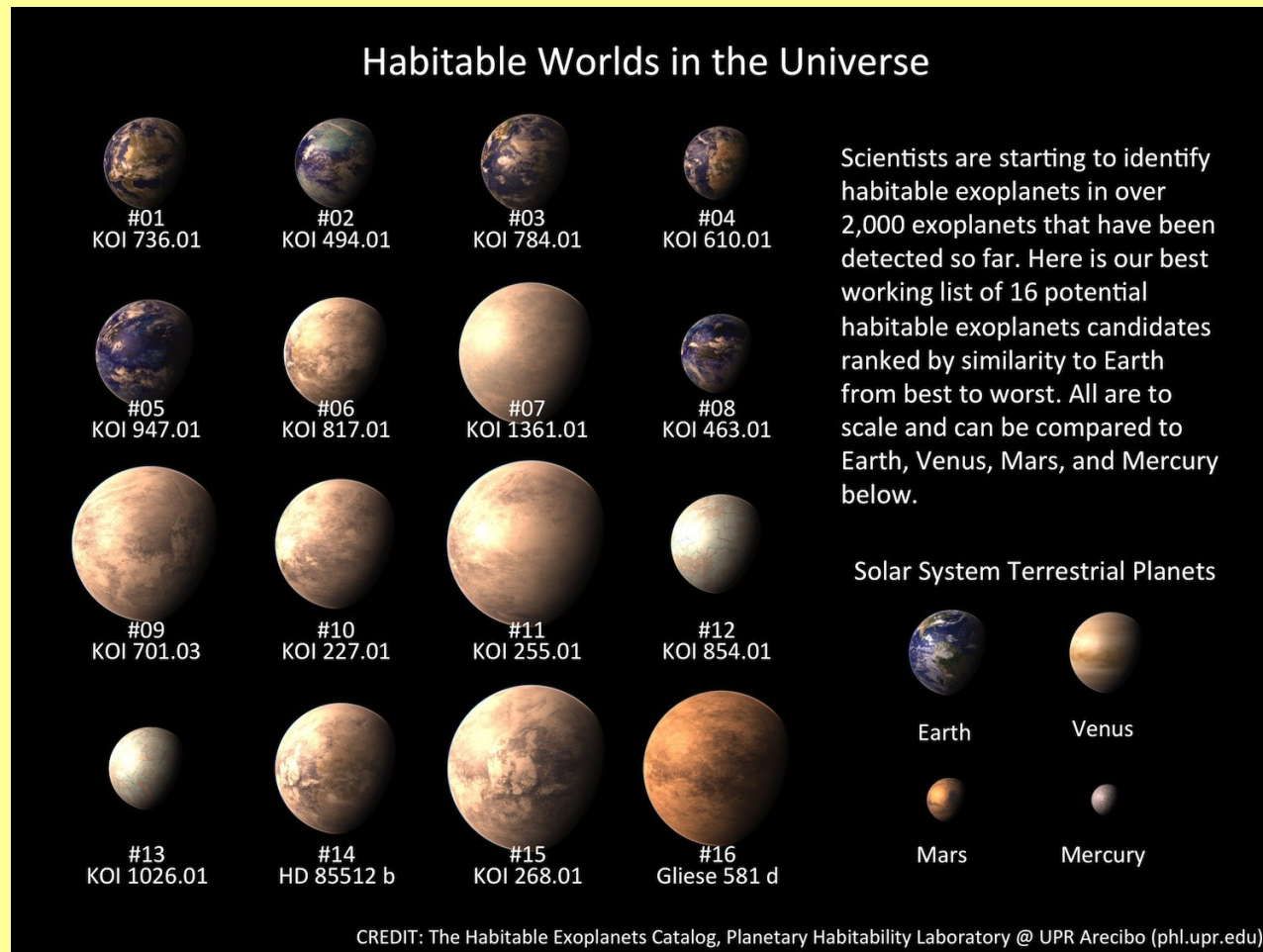
Planetas Extrassolares

→ Também chamados exoplanetas, orbitam uma estrela (que não o Sol), um remanescente de estrela ou ainda anãs marrons.

Planetas Extrassolares

→ Também chamados exoplanetas, orbitam uma estrela (que não o Sol), um remanescente de estrela ou ainda anãs marrons.

→ Até 9 de maio de 2015, haviam sido descobertos 1919 planetas, em 1212 sistemas planetários, incluindo 482 sistemas múltiplos.



Planetas Extrassolares: definição segundo a IAU

→ objetos com massa abaixo do mínimo necessário para ocorrência de fusão termonuclear de deutério ($\sim 13M_J$), que orbitam estrelas ou remanescentes, são planetas, independente de como formaram-se. A massa mínima para a denominação é a mesma que convencionou-se para o Sistema Solar.

Planetas Extrassolares: definição segundo a IAU

→ objetos com massa abaixo do mínimo necessário para ocorrência de fusão termonuclear de deutério ($\sim 13M_J$), que orbitam estrelas ou remanescentes, são planetas, independente de como formaram-se. A massa mínima para a denominação é a mesma que convencionou-se para o Sistema Solar.

→ Objetos com massa acima do limite para fusão termonuclear do deutério são anãs marrons, não importa como se formaram ou onde se localizam.

Planetas Extrassolares: definição segundo a IAU

→ objetos com massa abaixo do mínimo necessário para ocorrência de fusão termonuclear de deutério ($\sim 13M_J$), que orbitam estrelas ou remanescentes, são planetas, independente de como formaram-se. A massa mínima para a denominação é a mesma que convencionou-se para o Sistema Solar.

→ Objetos com massa acima do limite para fusão termonuclear do deutério são anãs marrons, não importa como se formaram ou onde se localizam.

→ Objetos “livres” com massas abaixo do limite para fusão termonuclear do deutério não são planetas, mas *subanãs marrons*.

Histórico de Detecção

→ Filósofos e cientistas assumem sua existência há muitos anos (ex.: Giordano Bruno), mas não havia maneira de detectá-los, estimar sua frequência ou saber o quão similares eram à Terra.

Histórico de Detecção

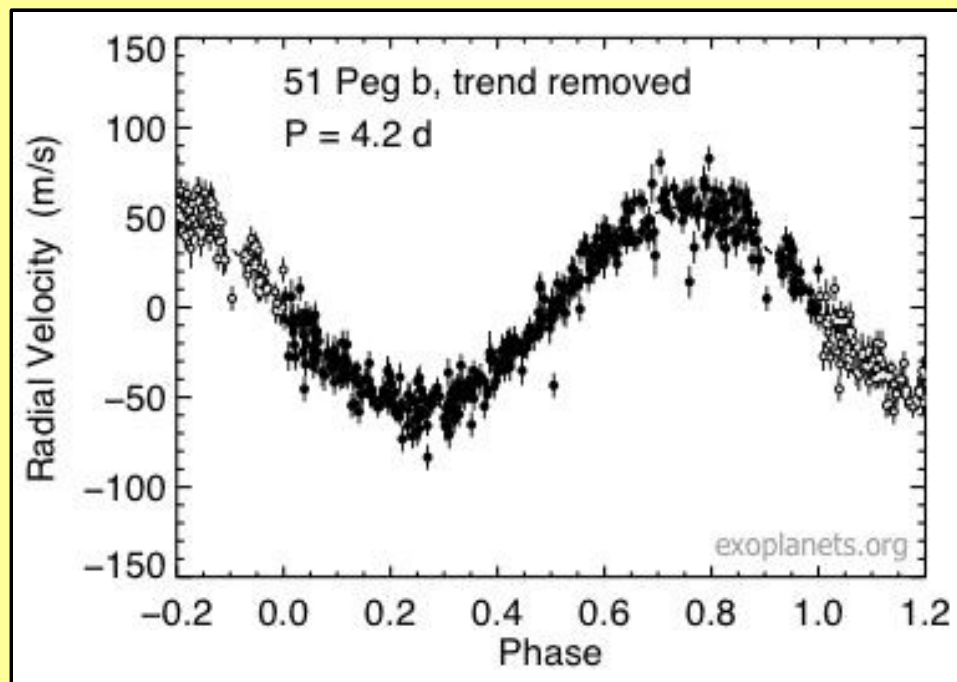
- Filósofos e cientistas assumem sua existência há muitos anos (ex.: Giordano Bruno), mas não havia maneira de detectá-los, estimar sua frequência ou saber o quão similares eram à Terra.
- Muitas reivindicações de descobertas feitas no século XIX foram rejeitadas.

Histórico de Detecção

- Filósofos e cientistas assumem sua existência há muitos anos (ex.: Giordano Bruno), mas não havia maneira de detectá-los, estimar sua frequência ou saber o quão similares eram à Terra.
- Muitas reivindicações de descobertas feitas no século XIX foram rejeitadas.
 - A primeira detecção confirmada ocorreu em 1992, com a descoberta de dois planetas terrestres orbitando o pulsar PSR B1257+12. Um terceiro foi descoberto em 1994.

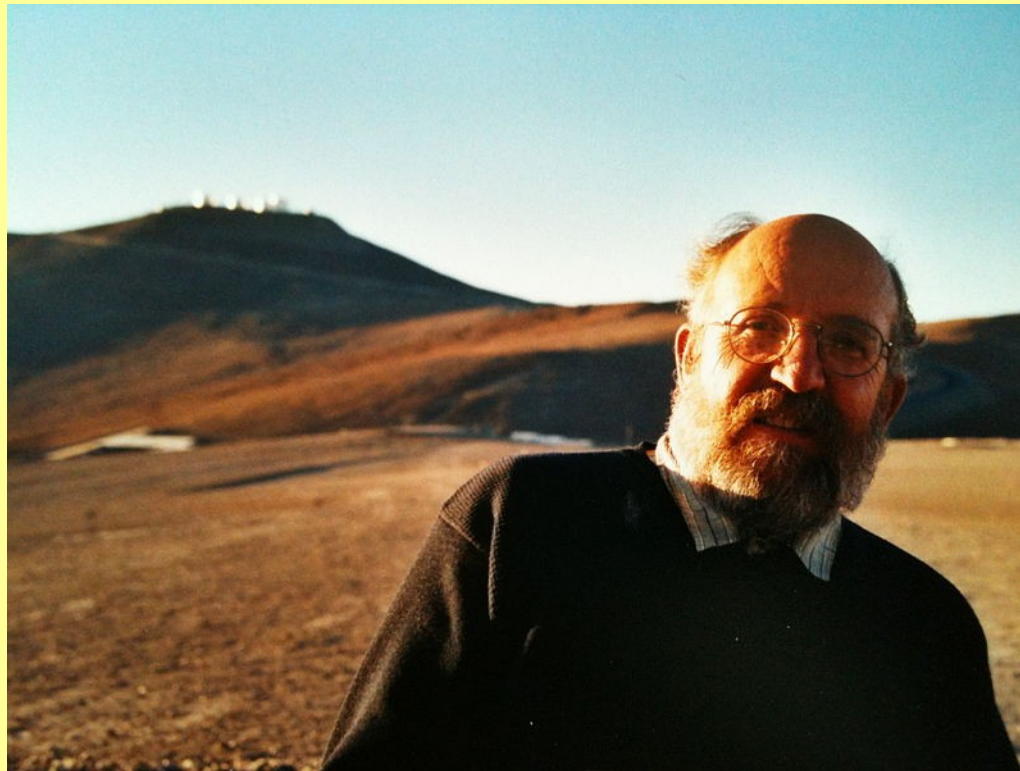
Histórico de Detecção

- Filósofos e cientistas assumem sua existência há muitos anos (ex.: Giordano Bruno), mas não havia maneira de detectá-los, estimar sua frequência ou saber o quão similares eram à Terra.
- Muitas reivindicações de descobertas feitas no século XIX foram rejeitadas.
- A primeira detecção confirmada ocorreu em 1992, com a descoberta de dois planetas terrestres orbitando o pulsar PSR B1257+12. Um terceiro foi descoberto em 1994.



- A primeira confirmação de um planeta orbitando uma estrela de sequência principal foi feita em 1995, quando um planeta gigante com órbita de apenas 4 dias foi encontrado orbitando 51 Pegasi.

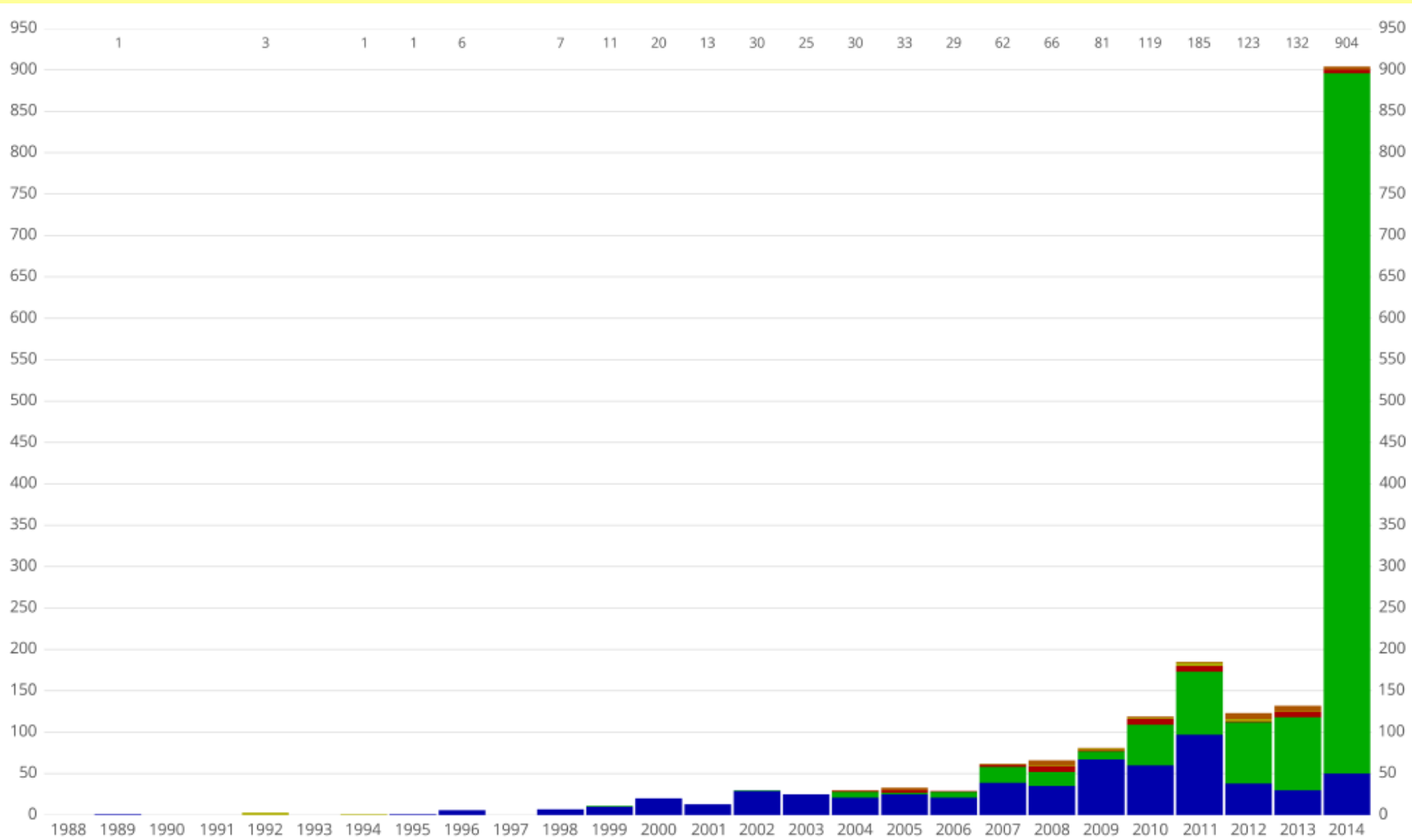
→ A descoberta foi feita por *Michael Mayor* e Didier Queloz, da Universidade de Geneva.



→ A descoberta foi feita por Michael Mayor e *Didier Queloz*, da Universidade de Geneva.



Histórico de Detecção

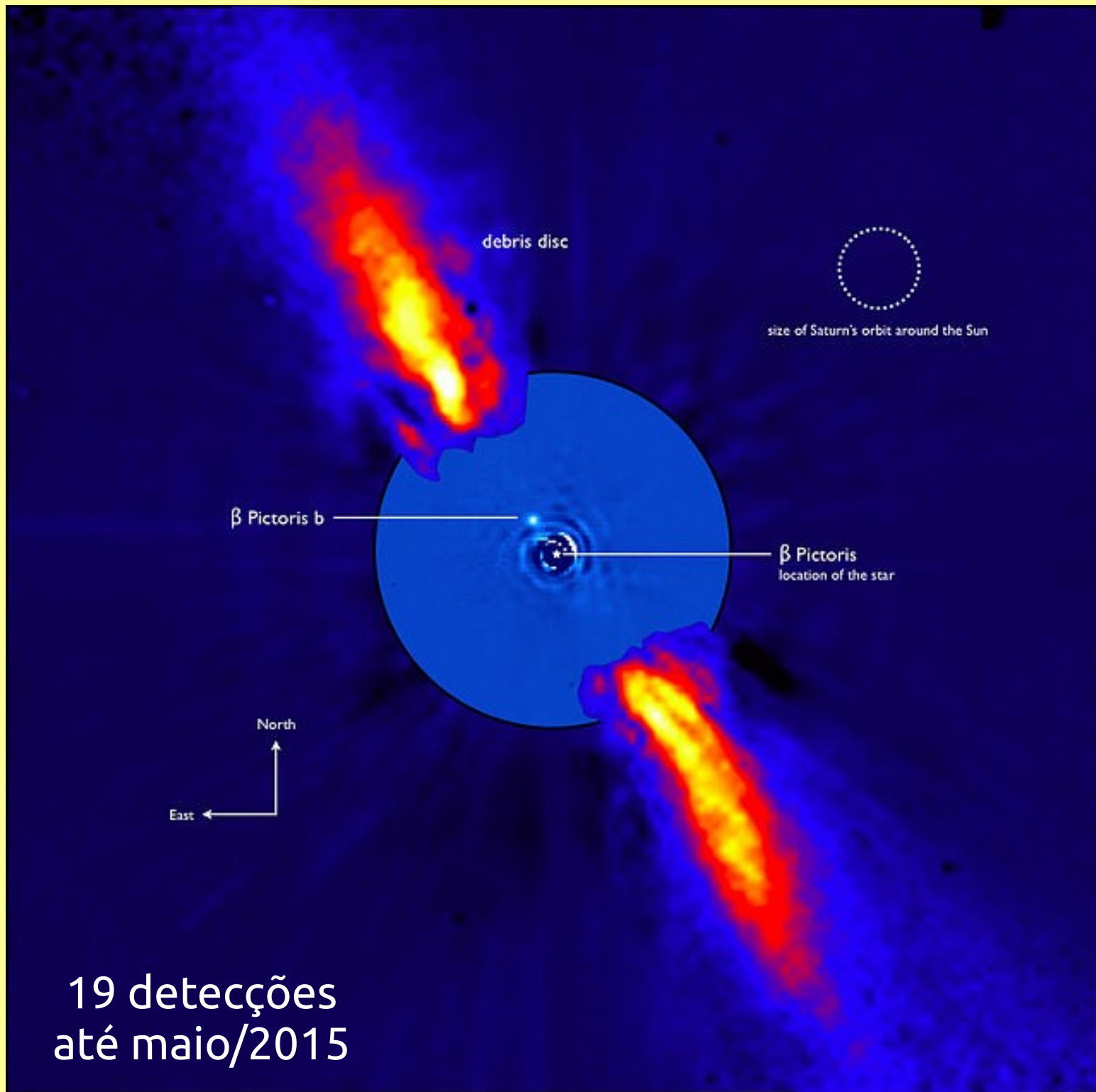


Métodos de Detecção Imageamento Direto

→ Planetas são extramamente fracos comparados com suas estrelas. Para detectá-los diretamente, é necessário então bloquear o brilho da estrela, o que é bastante complicado.

Métodos de Detecção Imageamento Direto

- Planetas são extramamente fracos comparados com suas estrelas. Para detectá-los diretamente, é necessário então bloquear o brilho da estrela, o que é bastante complicado.
- Todos os planetas detectados diretamente são mais massivos que Júpiter e, em sua maioria, muito quentes, de modo que emitem bastante no infravermelho, comprimento em que as imagens são feitas.



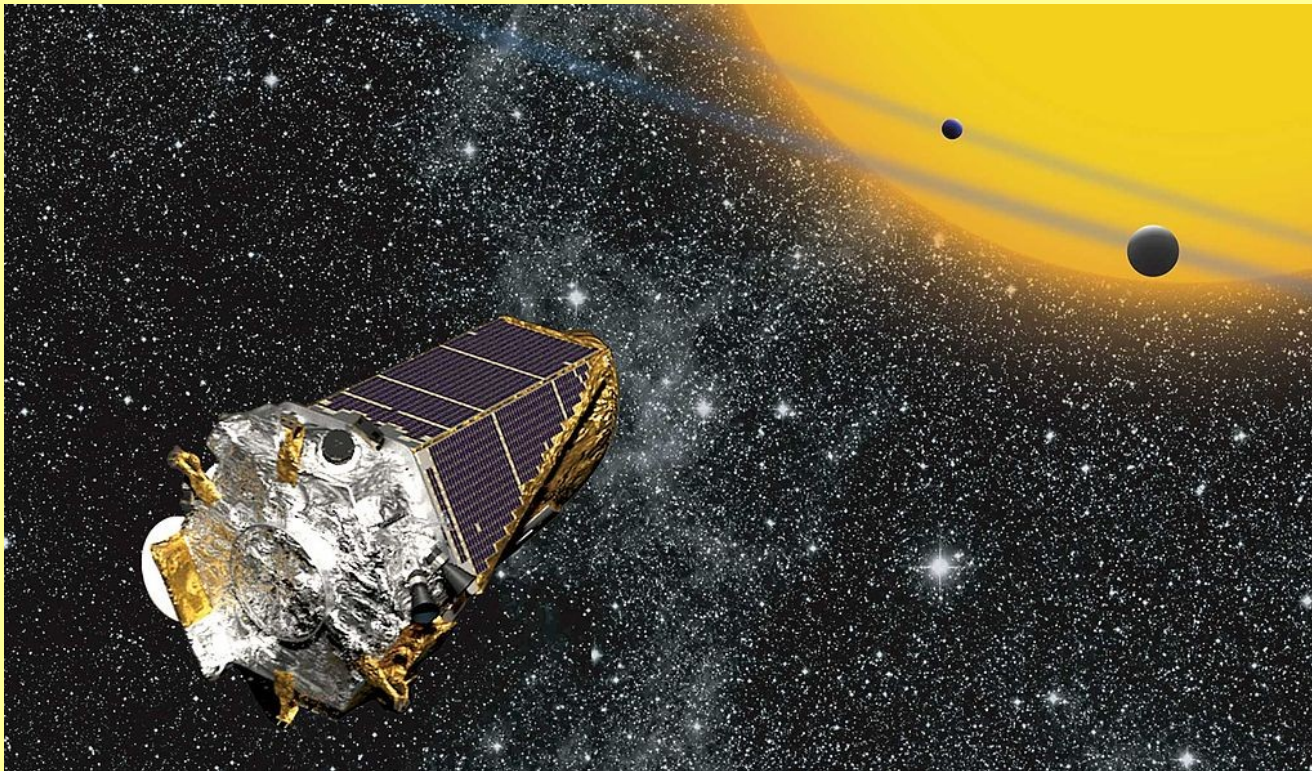
19 detecções
até maio/2015

Métodos de Detecção Trânsito

→ Quando um planeta transita na frente de sua estrela, o brilho observado diminui levemente, dependendo principalmente do tamanho relativo entre estrela e planeta e da distância entre eles.

Métodos de Detecção Trânsito

- Quando um planeta transita na frente de sua estrela, o brilho observado diminui levemente, dependendo principalmente do tamanho relativo entre estrela e planeta e da distância entre eles.
- Este é o método utilizado pelo telescópio *Kepler*, que já descobriu mais de 1000 exoplanetas.



Métodos de Detecção Trânsito

- Quando um planeta transita na frente de sua estrela, o brilho observado diminui levemente, dependendo principalmente do tamanho relativo entre estrela e planeta e da distância entre eles.
- Este é o método utilizado pelo telescópio *Kepler*, que já descobriu mais de 1000 exoplanetas.



- Contudo, a taxa de falsos positivos é muito alta, de modo que confirmação das detecções usando outros métodos é frequentemente necessária.

Métodos de Detecção Trânsito

- Quando um planeta transita na frente de sua estrela, o brilho observado diminui levemente, dependendo principalmente do tamanho relativo entre estrela e planeta e da distância entre eles.
- Este é o método utilizado pelo telescópio *Kepler*, que já descobriu mais de 1000 exoplanetas.



- Contudo, a taxa de falsos positivos é muito alta, de modo que confirmação das detecções usando outros métodos é frequentemente necessária.
- Além disso, a probabilidade de alinhamento entre a órbita e a linha de visada é baixa.

Métodos de Detecção Velocidade Radial

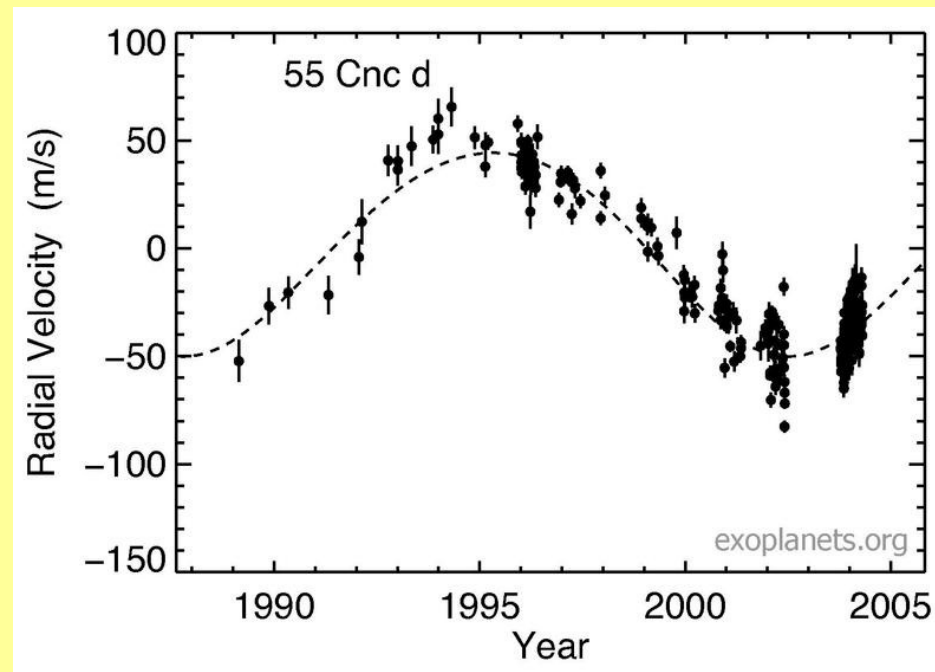
→ Quando uma estrela possui um sistema planetário, ela e os planetas irão todos orbitar o centro de massa do sistema. Assim, a estrela move-se ligeiramente, o que resulta em variação da sua velocidade radial.

Métodos de Detecção

Velocidade Radial

→ Quando uma estrela possui um sistema planetário, ela os planetas irão todos orbitar o centro de massa do sistema. Assim, a estrela move-se ligeiramente, o que resulta em variação da sua velocidade radial.

→ Essa variação pode ser detectada em seu espectro por meio do deslocamento das suas linhas espectrais devido ao efeito Doppler. Velocidades tão pequenas quanto 1 m/s podem ser detectadas.



Métodos de Detecção

Variação na Época de Trânsito (TTV)

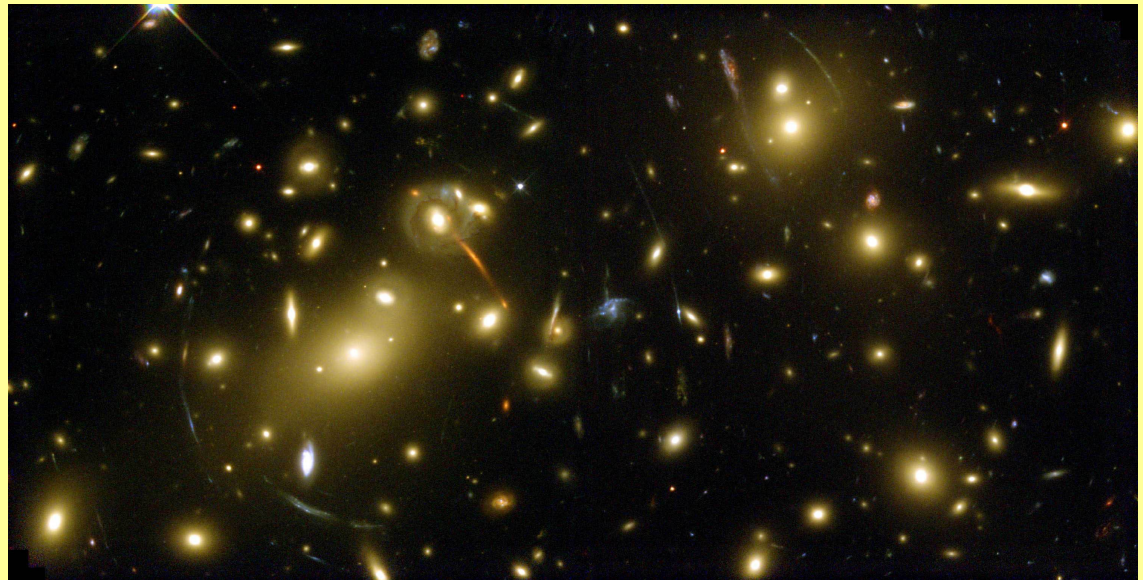
→ Quando mais de um planeta orbita uma estrela, eles perturbam as órbitas um dos outros. Pequenas variações no tempo de trânsito de um planeta podem indicar a presença de outro.



Crédito: NASA/Kepler Mission.

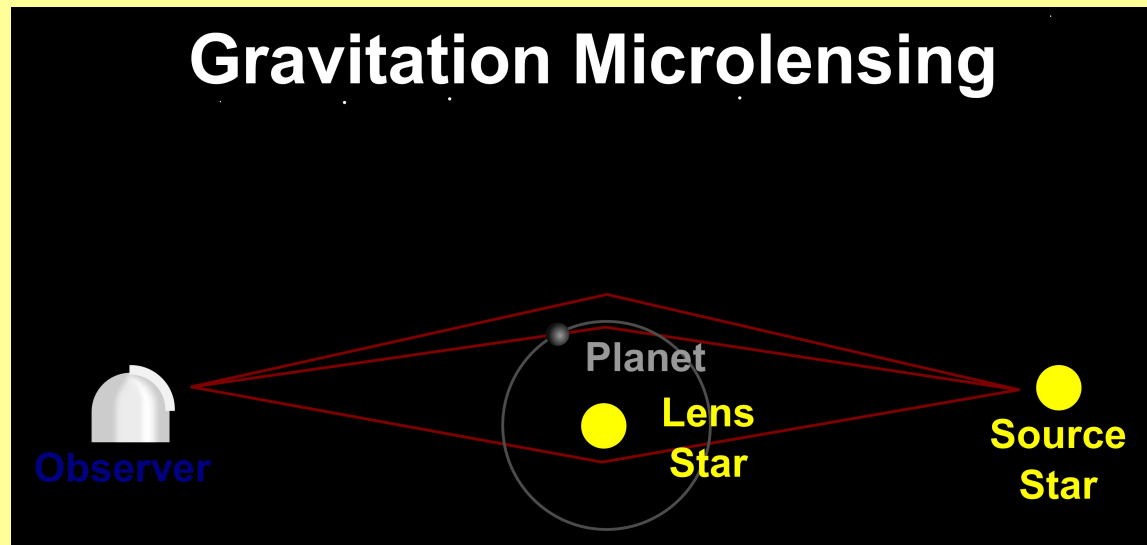
Métodos de Detecção Microlentes Gravitacionais

→ Lentes gravitacionais ocorrem quando o campo gravitacional de uma estrela age como uma lente, ampliando a luz detectada de uma estrela de fundo distante.



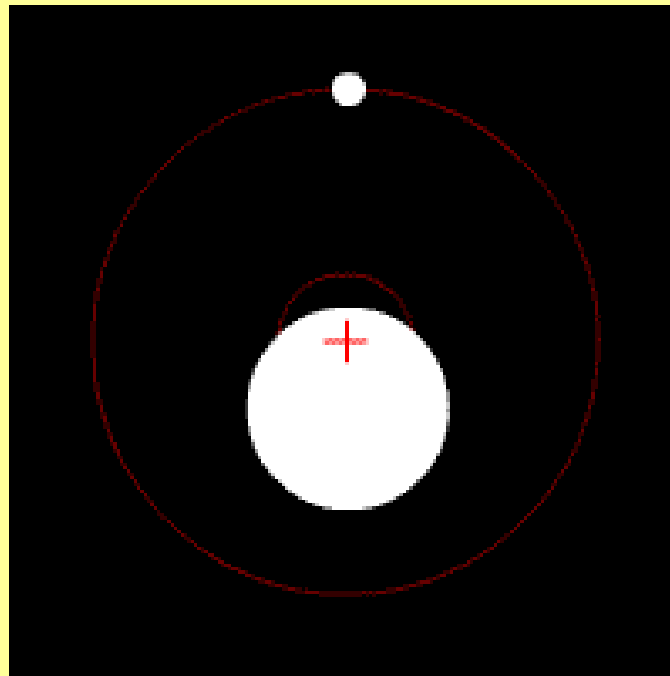
Métodos de Detecção Microlentes Gravitacionais

- Lentes gravitacionais ocorrem quando o campo gravitacional de uma estrela age como uma lente, ampliando a luz detectada de uma estrela de fundo distante.
- Planetas orbitando a estrela podem causar anomalias detectáveis ao longo do tempo.



Métodos de Detecção Astrometria

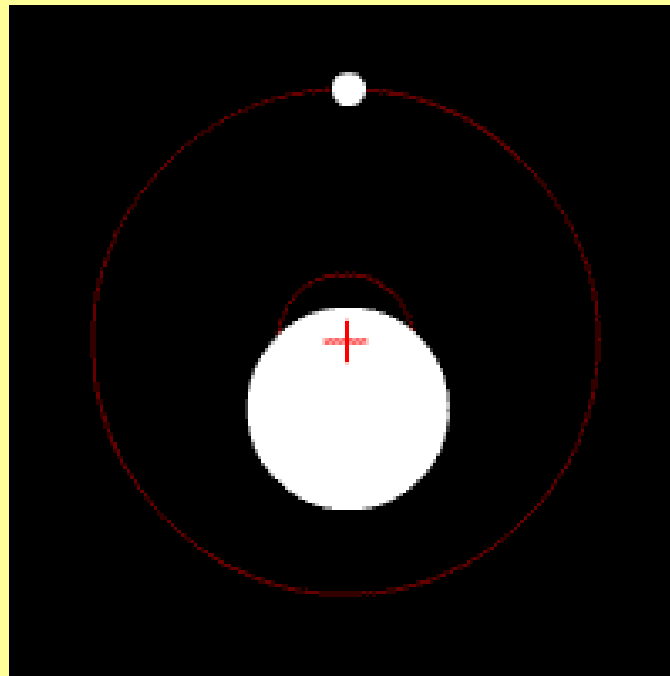
→ Astrometria é medir precisamente a posição de um objeto no céu e medir sua variação ao longo do tempo. A contribuição da presença do planeta a essa variação pode ser observável.



Métodos de Detecção Astrometria

→ Astrometria é medir precisamente a posição de um objeto no céu e medir sua variação ao longo do tempo. A contribuição da presença do planeta a essa variação pode ser observável.

→ Até hoje, apresentou apenas algumas detecções ainda questionadas.



Métodos de Detecção Variação em Pulsares

→ Pulsares emitem ondas de rádio com período extremamente regular conforme rotam. Se um planeta orbita o pulsar, irá causar pequenas anomalias no período desses pulsos.

Métodos de Detecção Variação em Pulsares

→ Pulsares emitem ondas de rádio com período extremamente regular conforme rotam. Se um planeta orbita o pulsar, irá causar pequenas anomalias no período desses pulsos.

→ As primeiras descobertas (em 1992) foram feitas utilizando esse método, mas apenas cinco planetas no total foram descobertos com ele (até maio/2015).

Métodos de Detecção Variação em Pulsares

- Pulsares emitem ondas de rádio com período extremamente regular conforme rotam. Se um planeta orbita o pulsar, irá causar pequenas anomalias no período desses pulsos.
- As primeiras descobertas (em 1992) foram feitas utilizando esse método, mas apenas cinco planetas no total foram descobertos com ele (até maio/2015).
- O método também funciona para outros tipos de variáveis.

Métodos de Detecção

Reflexão

→ Quando um planeta orbita muito próximo de sua estrela, uma grande quantidade de luz incide sobre ele. Conforme o planeta orbita a estrela, a quantidade de luz muda devido ao movimento do planeta em relação à Terra, de forma que ele tem diferentes fases.

Métodos de Detecção

Reflexão

- Quando um planeta orbita muito próximo de sua estrela, uma grande quantidade de luz incide sobre ele. Conforme o planeta orbita a estrela, a quantidade de luz muda devido ao movimento do planeta em relação à Terra, de forma que ele tem diferentes fases.
- A incidência de luz aquece o planeta, de forma que a variação da sua emissão térmica ao longo das diferentes fases pode ser detectada.

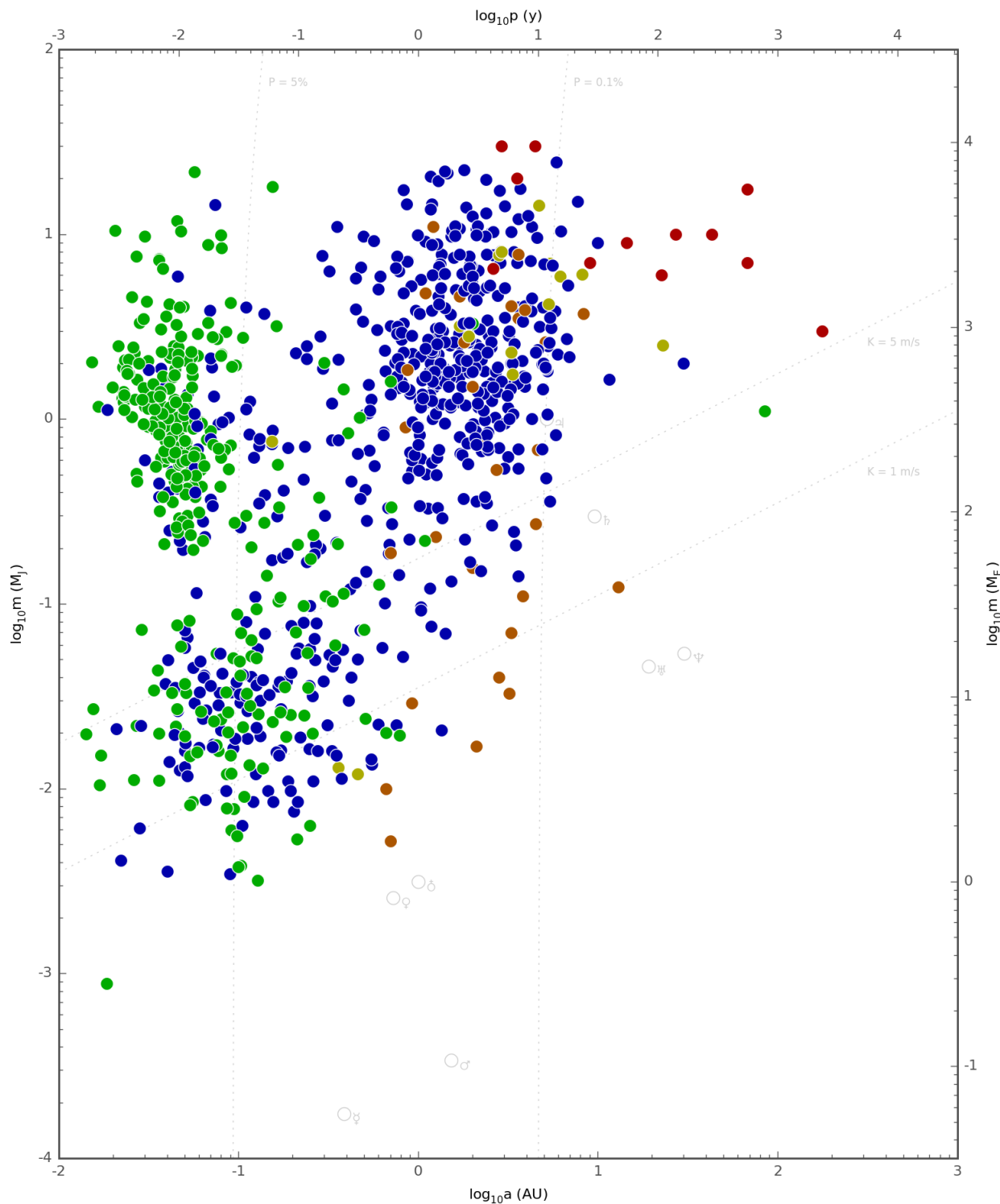


Gráfico mostrando massa e semi-eixo maior da órbita para todos os planetas extrassolares descobertos até setembro de 2014, com cores indicando o método de detecção:



Vida Extraterrestre

→ Nenhuma evidência concreta de vida foi, até hoje, encontrada fora da Terra.

Vida Extraterrestre

- Nenhuma evidência concreta de vida foi, até hoje, encontrada fora da Terra.
- Os elementos básicos para seu desenvolvimento foram, contudo, detectados no meio extra-terrestre.

Vida Extraterrestre

- Nenhuma evidência concreta de vida foi, até hoje, encontrada fora da Terra.
- Os elementos básicos para seu desenvolvimento foram, contudo, detectados no meio extra-terrestre.
- Por exemplo, Europa, satélite de Júpiter, pode conter vida pois reúne os elementos fundamentais: calor, água e material orgânico procedente de cometas e meteoritos.

Vida no Sistema Solar

→ A existência de vida inteligente pode ser descartada em todos os demais planetas do Sistema Solar, devido à ausência de condições adequadas.

Vida no Sistema Solar

→ A existência de vida inteligente pode ser descartada em todos os demais planetas do Sistema Solar, devido à ausência de condições adequadas.

Vida na Galáxia

→ Telescópios são utilizados desde os anos 1960 para tentar captar sinais de vida inteligente extraterrestre.

→ Até hoje não houve *nenhuma* detecção.

Vida no Sistema Solar

→ A existência de vida inteligente pode ser descartada em todos os demais planetas do Sistema Solar, devido à ausência de condições adequadas.

Vida na Galáxia

→ Telescópios são utilizados desde os anos 1960 para tentar captar sinais de vida inteligente extraterrestre.

→ Até hoje não houve *nenhuma* detecção.

OVNIs

→ O ônibus espacial da NASA viaja a aproximadamente 28 000 km/h e, portanto, levaria 168 000 anos para chegar à estrela mais próxima.

→ Mesmo com um reator de fusão nuclear, o combustível necessário para a viagem à estrela mais próxima ocupa mil navios supertanques, e levaria 900 anos.

Extremófilos

→ Organismo capaz de sobreviver a condições físicas ou meios químicos extremos, prejudiciais e mesmo fatais para outras formas de vida na Terra.

Extremófilos

→ Organismo capaz de sobreviver a condições físicas ou meios químicos extremos, prejudiciais e mesmo fatais para outras formas de vida na Terra.

Acidófilo: desenvolve-se em $\text{pH} < 3$.

Alcalifilo: desenvolve-se em $\text{pH} > 9$.

Extremófilos

→ Organismo capaz de sobreviver a condições físicas ou meios químicos extremos, prejudiciais e mesmo fatais para outras formas de vida na Terra.

Acidófilo: desenvolve-se em $\text{pH} < 3$.

Alcalifilo: desenvolve-se em $\text{pH} > 9$.

Anaeróbicos: não necessitam oxigênio para desenvolverem-se.

Exemplo: *Spinoloricus Cinzia*



Extremófilos

→ Organismo capaz de sobreviver a condições físicas ou meios químicos extremos, prejudiciais e mesmo fatais para outras formas de vida na Terra.

Acidófilo: desenvolve-se em pH < 3.

Alcalifilo: desenvolve-se em pH >9.

Anaeróbicos: não necessitam oxigênio para desenvolverem-se.

(Cripto)endolíticos: vivem em espaços microscópicos, principalmente no interior de pedras.

Halófilos: necessitam de alta concentração de NaCl (0.2 M) para desenvolverem-se.

Extremófilos

→ Organismo capaz de sobreviver a condições físicas ou meios químicos extremos, prejudiciais e mesmo fatais para outras formas de vida na Terra.

Acidófilo: desenvolve-se em pH < 3.

Alcalifilo: desenvolve-se em pH >9.

Anaeróbicos: não necessitam oxigênio para desenvolverem-se.

(Cripto)endolíticos: vivem em espaços microscópicos, principalmente no interior de pedras.

Halófilos: necessitam de alta concentração de NaCl (0.2 M) para desenvolverem-se.

Hipertermófilos: sobrevivem a temperaturas na faixa 80 °C – 122 °C.

Extremófilos

→ Organismo capaz de sobreviver a condições físicas ou meios químicos extremos, prejudiciais e mesmo fatais para outras formas de vida na Terra.

Acidófilo: desenvolve-se em pH < 3.

Alcalifilo: desenvolve-se em pH >9.

Anaeróbicos: não necessitam oxigênio para desenvolverem-se.

(Cripto)endolíticos: vivem em espaços microscópicos, principalmente no interior de pedras.

Halófilos: necessitam de alta concentração de NaCl (0.2 M) para desenvolverem-se.

Hipertermófilos: sobrevivem a temperaturas na faixa 80 °C – 122 °C.

Litoautótrofo: obtém energia apenas de compostos de origem mineral.
Exemplo: *Nitrosomonas europaea*



Extremófilos

→ Organismo capaz de sobreviver a condições físicas ou meios químicos extremos, prejudiciais e mesmo fatais para outras formas de vida na Terra.

Acidófilo: desenvolve-se em pH < 3.

Alcalifilo: desenvolve-se em pH >9.

Anaeróbicos: não necessitam oxigênio para desenvolverem-se.

(Cripto)endolíticos: vivem em espaços microscópicos, principalmente no interior de pedras.

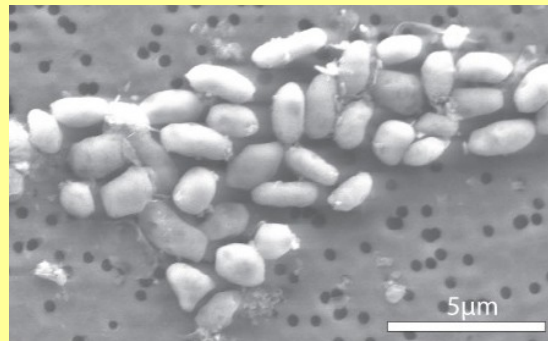
Halófilos: necessitam de alta concentração de NaCl (0.2 M) para desenvolverem-se.

Hipertermófilos: sobrevivem a temperaturas na faixa 80 °C – 122 °C.

Litoautótrofo: obtém energia apenas de compostos de origem mineral.

Metalotolerante: tolera altos níveis de metais pesados em solução.

Exemplo: GFAJ-1



Extremófilos

→ Organismo capaz de sobreviver a condições físicas ou meios químicos extremos, prejudiciais e mesmo fatais para outras formas de vida na Terra.

Acidófilo: desenvolve-se em $\text{pH} < 3$.

Alcalifilo: desenvolve-se em $\text{pH} > 9$.

Anaeróbicos: não necessitam oxigênio para desenvolverem-se.

(Cripto)endolíticos: vivem em espaços microscópicos, principalmente no interior de pedras.

Halófilos: necessitam de alta concentração de NaCl (0.2 M) para desenvolverem-se.

Hipertermófilos: sobrevivem a temperaturas na faixa $80\text{ }^{\circ}\text{C} - 122\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Litoautótrofo: obtém energia apenas de compostos de origem mineral.

Metalotolerante: tolera altos níveis de metais pesados em solução.

Piezófilo/Barófilo: vive em locais com alta pressão, como fundo do mar.

Extremófilos

→ Organismo capaz de sobreviver a condições físicas ou meios químicos extremos, prejudiciais e mesmo fatais para outras formas de vida na Terra.

Acidófilo: desenvolve-se em pH < 3.

Alcalifilo: desenvolve-se em pH >9.

Anaeróbicos: não necessitam oxigênio para desenvolverem-se.

(Cripto)endolíticos: vivem em espaços microscópicos, principalmente no interior de pedras.

Halófilos: necessitam de alta concentração de NaCl (0.2 M) para desenvolverem-se.

Hipertermófilos: sobrevivem a temperaturas na faixa 80 °C – 122 °C.

Litoautótrofo: obtém energia apenas de compostos de origem mineral.

Metalotolerante: tolera altos níveis de metais pesados em solução.

Piezófilo/Barófilo: vive em locais com alta pressão, como fundo do mar.

Psicrófilo: sobrevive a temperaturas de -15 °C ou menos.

Extremófilos

→ Organismo capaz de sobreviver a condições físicas ou meios químicos extremos, prejudiciais e mesmo fatais para outras formas de vida na Terra.

Acidófilo: desenvolve-se em pH < 3.

Alcalifilo: desenvolve-se em pH >9.

Anaeróbicos: não necessitam oxigênio para desenvolverem-se.

(Cripto)endolíticos: vivem em espaços microscópicos, principalmente no interior de pedras.

Halófilos: necessitam de alta concentração de NaCl (0.2 M) para desenvolverem-se.

Hipertermófilos: sobrevivem a temperaturas na faixa 80 °C – 122 °C.

Litoautótrofo: obtém energia apenas de compostos de origem mineral.

Metalotolerante: tolera altos níveis de metais pesados em solução.

Piezófilo/Barófilo: vive em locais com alta pressão, como fundo do mar.

Psicrófilo: sobrevive a temperaturas de -15 °C ou menos.

Radioresistentes: resistem a altos níveis de radiação ionizante.

Extremófilos

→ Organismo capaz de sobreviver a condições físicas ou meios químicos extremos, prejudiciais e mesmo fatais para outras formas de vida na Terra.

Acidófilo: desenvolve-se em $\text{pH} < 3$.

Alcalifilo: desenvolve-se em $\text{pH} > 9$.

Anaeróbicos: não necessitam oxigênio para desenvolverem-se.

(Cripto)endolíticos: vivem em espaços microscópicos, principalmente no interior de pedras.

Halófilos: necessitam de alta concentração de NaCl (0.2 M) para desenvolverem-se.

Hipertermófilos: sobrevivem a temperaturas na faixa $80\text{ }^{\circ}\text{C} - 122\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Litoautótrofo: obtém energia apenas de compostos de origem mineral.

Metalotolerante: tolera altos níveis de metais pesados em solução.

Piezófilo/Barófilo: vive em locais com alta pressão, como fundo do mar.

Psicrofílico: sobrevive a temperaturas de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou menos.

Radioresistentes: resistem a altos níveis de radiação ionizante.

Xerófilo: pode desenvolver-se em condições extremamente secas, como os micróbios do deserto do Atacama.

Equação de Drake

→ Busca estimar o número N de civilizações na nossa Galáxia.

Equação de Drake

→ Busca estimar o número N de civilizações na nossa Galáxia.

$N = \text{número de civilizações que podem ter surgido no tempo de vida da galáxia} \times \text{fração desse tempo que dura uma civilização}$

Equação de Drake

→ Busca estimar o número N de civilizações na nossa Galáxia.

$N =$ número de civilizações que podem ter surgido no tempo de vida da galáxia \times fração desse tempo que dura uma civilização

$$N = f_p f_v f_i f_c \dot{N} T_t$$

f_p = fração provável de estrelas que tem planetas;

f_v = fração provável de planetas que abrigam vida;

f_i = fração provável de planetas que abrigam vida e desenvolveram formas de vida inteligente;

\dot{N} = taxa de formação de estrelas na Galáxia;

T_t = tempo provável de duração de uma civilização tecnológica.

Equação de Drake

→ Busca estimar o número N de civilizações na nossa Galáxia.

$N =$ número de civilizações que podem ter surgido no tempo de vida da galáxia \times fração desse tempo que dura uma civilização

$$N = f_p f_v f_i f_c \dot{N} T_t$$

f_p = fração provável de estrelas que tem planetas;

f_v = fração provável de planetas que abrigam vida;

f_i = fração provável de planetas que abrigam vida e desenvolveram formas de vida inteligente;

\dot{N} = taxa de formação de estrelas na Galáxia;

T_t = tempo provável de duração de uma civilização tecnológica.

	R_*	f_p	f_v	n_T	f_i	f_c	T_t	N
hipótese muito otimista	20	0,6	2	1	1	1	10^9	$\sim 10^9$
hipótese pessimista	2	0,1	0,1	10^{-3}	10^{-6}	10^{-3}	10^2	$\sim 10^{-12}$
Valores de Drake	10	0,5	2	1	0,01	0,01	10000	100