

Diversidade da Vida

Universidade de São Paulo

FFCLRP, Departamento de Biologia, Ribeirão Preto, SP

Docentes responsáveis:

Annie S. Hsiou

Felipe Bezerra Ribeiro

Flávio A. Bockmann

María Eugenia Guazzaroni

Max C. Langer

Milton Groppo Jr.

Wilfried Klein

2023



- Apresentação da(o)s docentes:

- Por que sete docentes para uma mesma disciplina?

- Apresentação da(o)s discentes:

- Apresentação da disciplina – propósitos e estrutura geral da disciplina:

- Tópicos estruturantes não ortodoxos da biologia.
- Provocações: ruptura do saber dogmático – o conhecimento está vivo!
- Exercício da argumentação científica (debates).
- Aluna(o)s como protagonistas e não como agentes passivos de absorção de conhecimento!
- Necessidade continuada de pesquisa prévia para alimentar discussões.

- Todo material estará disponível no Portal: <https://edisciplinas.usp.br/>

The screenshot displays the Edisciplinas USP portal interface. At the top, the browser address bar shows the URL edisciplinas.usp.br/course/view.php?id=98424#section-2. The page header includes the USP logo, the text 'DISCIPLINAS Apoio às Disciplinas', and navigation links for 'Disciplinas', 'Suporte', and 'Português - Brasil (pt_br)'. The user's name, 'Flávio Alicino Bockmann', is visible in the top right corner.

The main content area is titled '5920820 - Diversidade da Vida (2022)'. Below the title, there is a breadcrumb trail: 'Início / Meus Ambientes / 2022 / FFCLRP / 592 / 5920820-2022'. A button labeled 'Ativar edição' is located in the top right of this section.

A left sidebar contains navigation options under 'Administração' and 'Navegação'. The 'Navegação' menu is expanded to show a tree structure: 'Início', 'Painel', 'e-Disciplinas', 'Meus Ambientes', '2022', 'FFCLRP', '592', '5920818-101-2022', '5920820-2022', 'Participantes', 'Emblemas', 'Notas', 'Download center', and 'Geral'.

The main content area lists several topics under the heading 'Apresentação da Disciplina':

- Avisos
- Definição de Vida - Prof. Flávio
- Diversidade no Tempo - Prof. Max
- Documentação e Origem da Vida - Profa. Annie
- Classificação Biológica - Profa. Tiana
- Forma e Função (Grupos Viventes) - Prof. Wilfried

The Windows taskbar at the bottom shows the system tray with a temperature of 27°C, the word 'Limpo', and the time 20:01.

Diversidade da Vida – Apresentação

| <i>Data</i> | <i>Tema</i> | <i>Professor(a)</i> |
|-------------|---|---------------------|
| 17/03 | Recepção aos calouros – não haverá aula | |
| 24/03 | Apresentação da disciplina + Definição de vida | Flávio |
| 31/03 | Diversidade no tempo | Max |
| 07/04 | Semana Santa – não haverá aula | |
| 14/04 | Documentação da origem da vida | Annie |
| 21/04 | Recesso USP (Tiradentes) | |
| 28/04 | Explosão Cambriana e diversidade dos filos de invertebrados | Felipe |
| 05/05 | Forma e função (grupos vivos) | Wilfried |
| 12/05 | Forma e função (grupos extintos) | Wilfried |
| 19/05 | A megadiversidade escondida e metagenômica | María Eugenia |
| 26/05 | Endossimbiose | Milton |
| 02/06 | <u>APRESENTAÇÃO DOS VÍDEOS</u> | |
| 09/06 | Recesso USP (Corpus Christi) | |
| 16/06 | Diversidade e o Homem | Max |
| 23/06 | Evolução cultural | Flávio |
| 30/06 | Ciência x Pseudociência | Milton |
| 07/07 | <u>ENSAIOS/DEBATES</u> | |
| 14/07 | | |

O que é Vida??????



Características da vida, segundo Ensino Médio brasileiro (Laurence, 2009; Lopes & Rosso, 2009; Amabis & Martho, 2009):

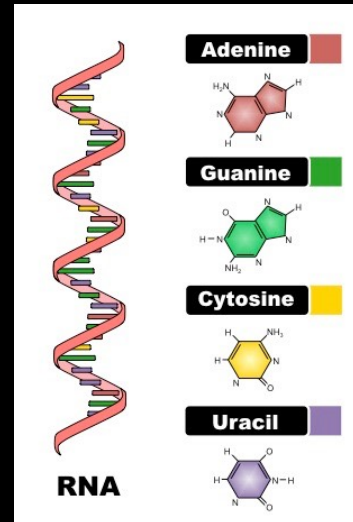
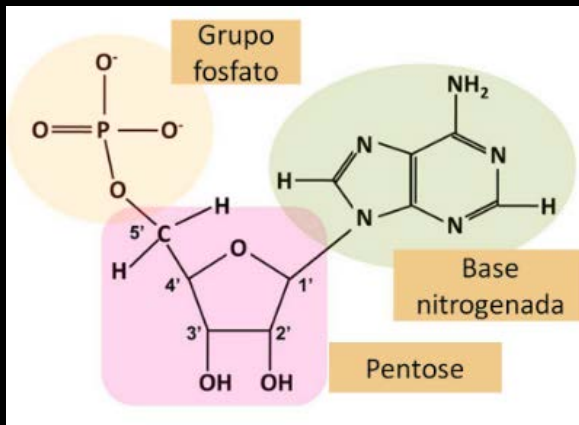
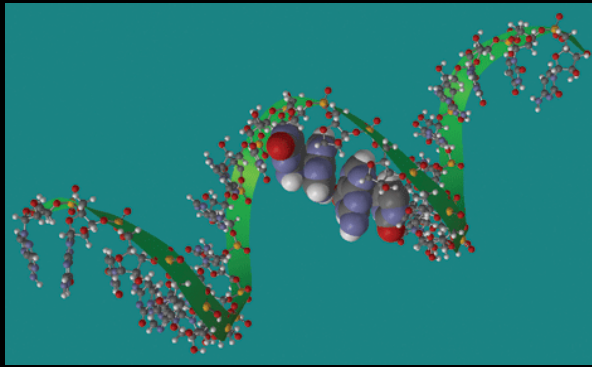
- Ciclo vital;
- Organização celular;
- Crescimento;
- Metabolismo;
- Movimento;
- Reprodução;
- Hereditariedade – DNA e RNA;
- Evolução;
- Respondem a estímulos do meio;
- Composição química com predominância de hidrogênio, oxigênio, carbono e nitrogênio – proteínas e ácidos nucleicos.

Características da vida, segundo Ensino Médio Brasileiro (Laurence, 2009; Lopes & Rosso, 2009; Amabis & Martho, 2009):

- Ciclo vital;
 - Organização celular;
 - Crescimento;
 - **Metabolismo;**
 - Movimento;
 - **Reprodução;**
 - **Hereditariedade – DNA e RNA;**
 - Evolução;
 - Respondem a estímulos do meio;
 - Composição química com predominância de hidrogênio, oxigênio, carbono e nitrogênio – proteínas e ácidos nucleicos.
- Capacidade de autorreplicação**

Hipótese dos Replicadores: O Mundo do RNA

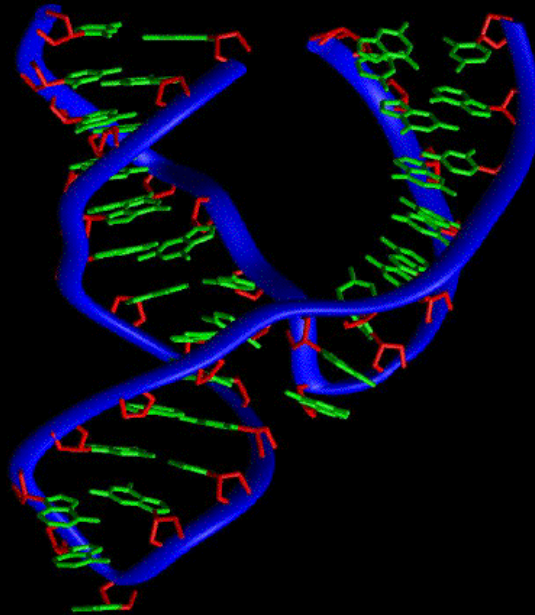
- Abiogênese: não vivo => vivo
- Walter Gilbert (*Nature*, 1986) - Ambiente primitivo seria composto somente por moléculas de ácido ribonucleico (**RNA**) => precursor do mundo atual (composto por DNA, RNA e proteínas)
- Fundamentação: propriedades do **RNA** - armazena informação e catalisa reações químicas (metabolismo primitivo); mais tarde, o armazenamento da informação ficaria ao encargo do DNA e o papel enzimático, às proteínas



Hipótese dos Replicadores: O Mundo do RNA

O que sustenta esta hipótese?

- Primeiros replicadores – ácidos nucleicos pré-RNA já foram sintetizados
=> polímeros artificiais mais simples com estas características – **PNA** (Peptide Nucleic Acid) e **TNA** (Threose Nucleic Acid)
- Descoberta das **ribozimas** (1981; “habitam” o protozoário *Tetrahymena* e a bactéria *Escherichia*): encontradas hoje em vírus, procariontes e eucariontes
– moléculas de RNA que podem catalisar (acelerar) sua própria replicação

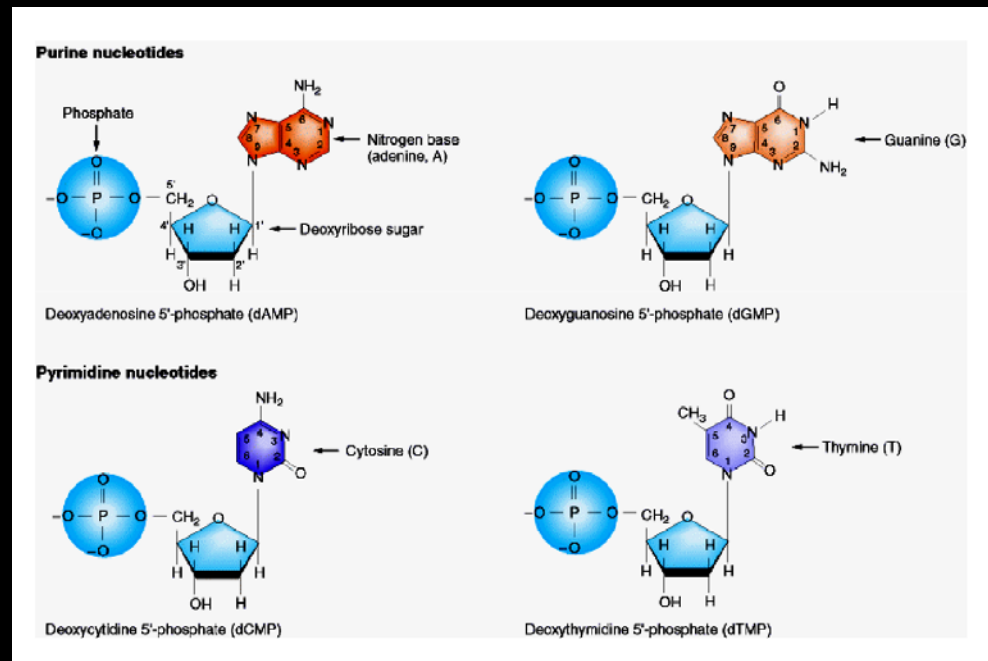


Hipótese dos Replicadores: O Mundo do RNA

Quais são os contra-argumentos para esta hipótese?

- Instabilidade do RNA, especialmente na água;
- RNA já é uma molécula muito complexa;

Nucleotídeos

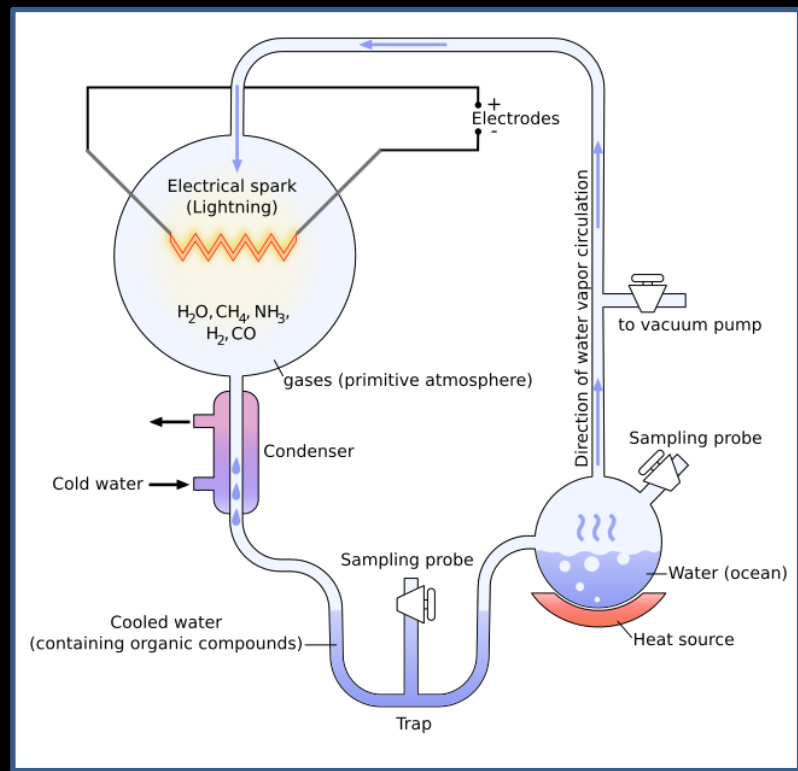
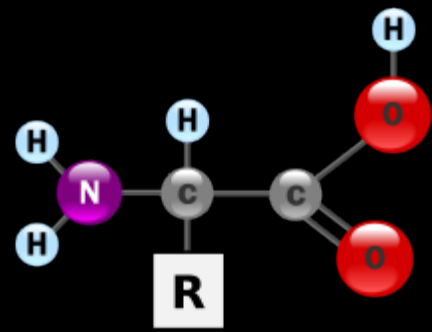


- A incapacidade de nucleosídeos [base nitrogenada + açúcar (pentose – ribose)] de selecionar mutuamente os seus parceiros de emparelhamento em uma mistura complexa de outras moléculas antes da polimerização.

Hipótese do Metabolismo Primeiro: o Mundo das Proteínas

O que sustenta esta hipótese?

- Proteínas antecedem RNA e DNA, funcionando inicialmente como enzimas
- Enzimas são essenciais para vida
- Aminoácidos são formados por componentes mais simples do que o RNA (experimento de Miller-Urey, 1953) - síntese de compostos orgânicos em condições “primitivas” (Oparin, Haldane)



QUICK & EASY DIRECTIONS
MIX SOUP + 1 OCEAN WATER

RADIATION: HEAT, DISCOVERED IN SHROUDED OCEAN ON HIGH ABOUT 100 MILLION YEARS. CAREFULLY LEAVE IN OCEAN FOR 3 BILLION YEARS, ALLOWING OXYGEN TO ACCUMULATE.

SMOKER: HEAT, CIRCULATING OCCASIONALLY

PROMPTLY REFRIGERATE UNUSED PORTION ON A SEPARATE PLATE. RECOMMEND USE BY DATE ON END OF CAN. STORE UNOPENED CAN IN INTERSTELLAR SPACE.

| Nutrition Facts | Amount/erving | %DV | Amount/erving | %DV |
|--------------------------------------|---------------|-----|-----------------|------|
| Protein | 0% | 0% | Iron sulfide | 100% |
| Fat | 0% | 0% | Hydrogen | 100% |
| Carbohydrate | 0% | 0% | Ammonia | 100% |
| Fiber | 0% | 0% | Methane | 100% |
| Vitamin | 0% | 0% | Carbon monoxide | 100% |
| Liponic acids | 1% | 1% | Formaldehyde | 100% |
| Fat: Calories 0.0 | 1% | 1% | High MW PAHs | 100% |
| D-nitric acids | 1% | 1% | Nucleic acid | 100% |
| Serving size based on 1 30% decrease | | | | |

Not including water, heat, and oxygen and methane origin products. High in toxic and radioactive gases. Check for fresh meat and other items.

Satisfaction guaranteed. For quantities or comments, please email author: dm1@78.pluribus.alpha
Allow 5-6 x 10²⁴ years for refund or reply.

CONDENSED

Primordial SOUP

NET WT. 10 3/4 OZ (305g)

A QUICK MEAL IN 4.5 BILLION YEARS!

PRIMORDIAL SOUP® FOR THE PRIMITIVE... AND THE PRIMITIVE AT HEART!

A SIMPLE, SELF-ORGANIZING MEAL WITH EVERYTHING YOU NEED TO GET YOUR LIFE STARTED BEFORE THE ARCHAEN PASSES BY. GREAT FOR ALL WATERY PLANETS, SERVE HOT WITH LOTS OF REDUCING POWER AND A GOOD DOSE OF IONIZING RADIATION FOR THAT UNIQUE MICROBIAL FLAVOR!

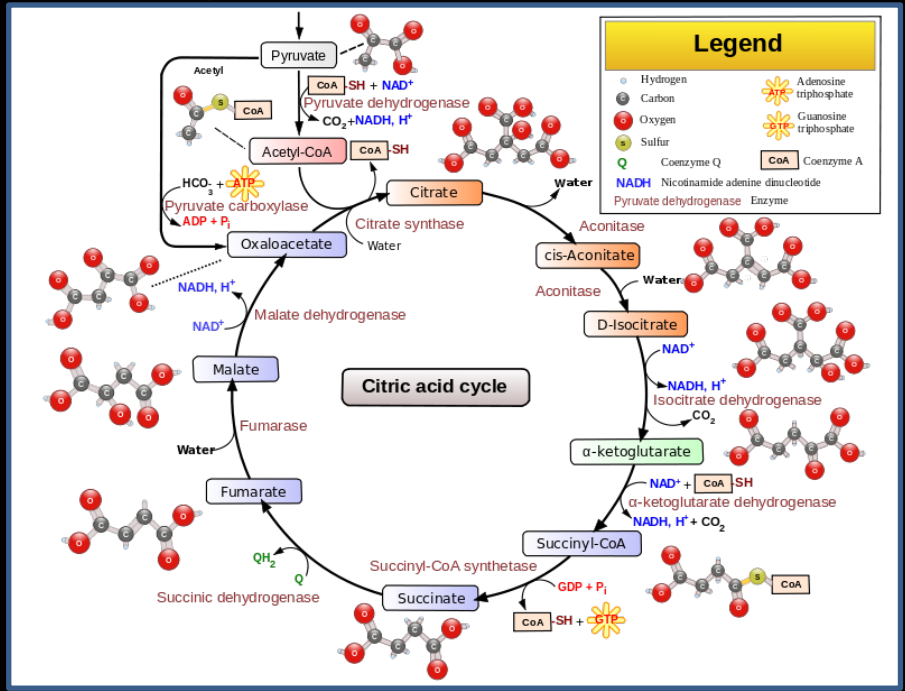
INGREDIENTS: WATER, SILICA, IRON SULFIDE, HYDROGEN SULFIDE, CARBON DIOXIDE, HYDROGEN, POTASSIUM CYANIDE, POTASSIUM ACETATE, FORMALDEHYDE, ADENINE, PROLINE, ALANINE, METHANE, CARBON MONOXIDE, AMMONIA, SODIUM ARSENITE, GLUCICOL PHOSPHATE, ACETYLENE, ACETALDEHYDE, HIGH MOLECULAR-WEIGHT PAHs, PYRENE, MAGNETITE, PHOSPHORIC ACID, WOLF'S TRACE MINERALS AND NP-40.

JWB '00CK SOUP COMPANY, RALEIGH, NORTH CAROLINA. JAMES W. BROWN@EARTHLINK.NET

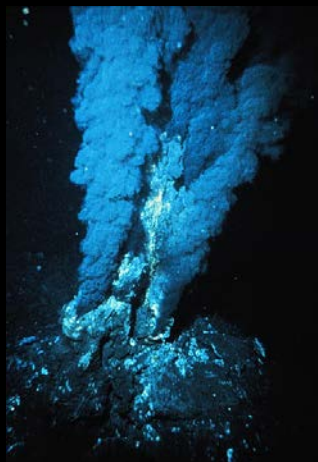
Hipótese do Metabolismo Primeiro: o Mundo das Proteínas

O que sustenta esta hipótese?

- Günter Wächtershäuser (Hipótese do Mundo Ferro-Enxofre) – enzimas não são necessárias para o metabolismo; origem da vida em fontes hidrotermais marinhas, com altas temperaturas;
- Possibilidade de recriar em laboratório o Ciclo de Krebs (ou Ciclo do Ácido Cítrico – metabolismo intracelular) sem enzimas e em condições de alta temperatura e pressão, tal como nas fendas vulcânicas marinhas;



- Keller et al. (2014): metabolismo antecede o mundo pré-biótico – *glicólise não enzimática*; e reações *via* pentose e fosfato – precursores de ácidos nucleicos, aminoácidos e lipídios; reações possíveis no Oceano Arqueano (composição dos primeiros sedimentos)



Fonte hidrotermal na Dorsal Mesoatlântica

Hipótese do Metabolismo Primeiro: o Mundo das Proteínas

O que sustenta esta hipótese?

nature
chemistry

ARTICLES

<https://doi.org/10.1038/s41557-020-00560-7>



A plausible metal-free ancestral analogue of the Krebs cycle composed entirely of α -ketoacids

R. Trent Stubbs^{1,2}, Mahipal Yadav^{2,3}, Ramanarayanan Krishnamurthy^{2,3} and Greg Springsteen^{1,2}

Efforts to decipher the prebiotic roots of metabolic pathways have focused on recapitulating modern biological transformations, with metals typically serving in place of cofactors and enzymes. Here we show that the reaction of glyoxylate with pyruvate under mild aqueous conditions produces a series of α -ketoacid analogues of the reductive citric acid cycle without the need for metals or enzyme catalysts. The transformations proceed in the same sequence as the reverse Krebs cycle, resembling a protometabolic pathway, with glyoxylate acting as both the carbon source and reducing agent. Furthermore, the α -ketoacid analogues provide a natural route for the synthesis of amino acids by transamination with glycine, paralleling the extant metabolic mechanisms and obviating the need for metal-catalysed abiotic reductive aminations. This emerging sequence of prebiotic reactions could have set the stage for the advent of increasingly sophisticated pathways operating under catalytic control.

- Rejeita metais como cofatores ou enzimas primitivas; glioxilato atuando como fonte de carbono e agente redutor; os análogos de α -cetoácidos fornecem uma rota natural para a síntese de aminoácidos por transaminação com glicina.

Hipótese do Metabolismo Primeiro: o Mundo das Proteínas

Contra-argumento para esta hipótese:

- Não explica a formação de moléculas replicadoras!

A vida tem uma origem única? Onde a vida se originou?

Hipótese da panspermia: vida existe pelo universo (meteoros, asteróides e outros objetos celestes pequenos) e foi “semeada” na Terra.

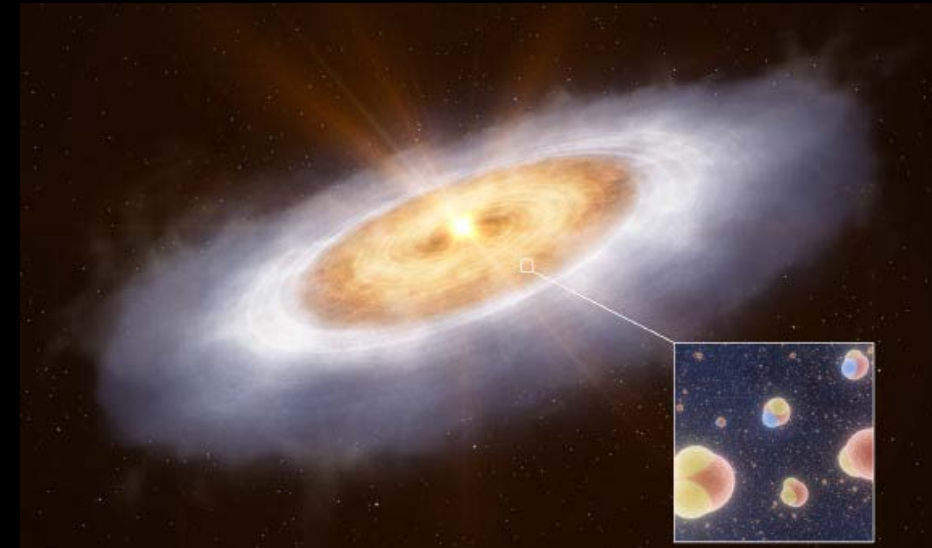
Fundamentação:

- Existência de organismos “extremófilos”;
- Processos químicos fundamentais ocorrem fora da Terra;
- Fungos crescendo em radiação ionizante de Chernobyl – Wember & Zhdanova (2001);
- Murad & Barber (2009): óxido nítrico (NO) – uma das primeiras moléculas para sinalização intra- e extracelular na evolução da vida (altamente permeável pelas membranas lipídicas e celulares, importante para controle da pressão sanguínea, neurotransmissão, função imunológica), está em amostras extraterrenas;
- indícios de vida em Marte (rover espacial Curiosity, 2014) – moléculas orgânicas (C, H) e gás metano (CH₄);
- 2013: 40 bilhões de planetas do tamanho da Terra orbitando zonas “habitáveis” de estrelas similares ao Sol (anãs amarelas) ou anãs vermelhas (3/4 do total) na Via Láctea; 11 bilhões de estrelas similares ao Sol; 5.000 exoplanetas confirmados.
- 2013: Projeto Alma: moléculas pré-bióticas (precursoras de aminoácidos e DNA; molécula que produz **adenina**) em partículas congeladas em nuvens de gás no espaço interestelar.

Deuterium-enriched water ties planet-forming disks to comets and protostars

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05676-z> John J. Tobin^{1,2*}, Merel L. R. van 't Hoff², Margot Leemker³, Ewine F. van Dishoeck³, Teresa Paneque-Carreño^{3,4}, Kenji Furuya⁵, Daniel Harsono⁶, Magnus V. Persson⁷, L. Ilseadore Cleaves⁸, Patrick D. Sheehan⁹ & Lucas Cieza^{10,11}

Received: 2 June 2022
 Accepted: 21 December 2022
 Published online: 8 March 2023



Astrônomos usando o Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) detectaram água gasosa no disco de formação do planeta em torno de V883 Orionis, uma protoestrela localizada a 1.305 anos-luz de distância na constelação de Orion. Essa água carrega uma assinatura química que explica a jornada da água das nuvens de gás formadoras de estrelas para os planetas e apóia a ideia de que a água na Terra é ainda mais velha que o nosso Sol.

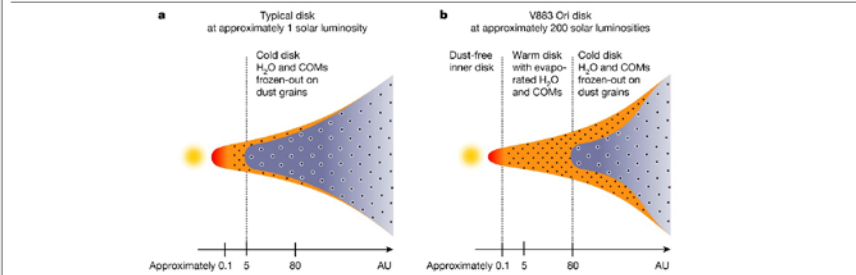


Fig. 1 Illustrations comparing a typical proto-planetary disk and the disk surrounding the outbursting protostar V883 Ori. **a**, A typical disk in which water and COMs are frozen out onto dust grains at most radii except the very inner disk. **b**, The case of V883 Ori in which the disk has a much larger region where water and COMs are sublimated from the dust grains, enabling the water and COM emission to be detected and resolved. Orange and red regions denote the warmer regions of the disk where the ices are sublimated and the light blue/grey denotes the colder regions where the water and COMs are frozen out. The black points alone denote dust grains with no ice coating, whereas the black points with grey circles around them denote icy dust grains.

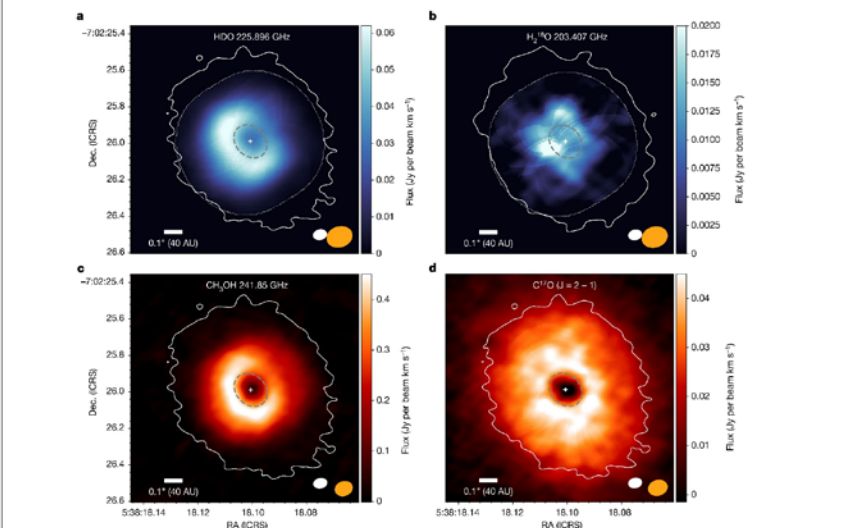


Fig. 2 Integrated intensity images of water and other molecular lines in the disk of V883 Ori. **a–d**, We show the HDO 225 GHz line (**a**), the H_2^{18}O 203 GHz line (**b**), CH_3OH (**c**) and C^{18}O (**d**), as the colour scale, whereas the outer extent of the dust continuum emission is shown as a white contour; the integrated intensity maps were extracted from the data using the Keplerian masks whose outer extent are marked as dotted lines in **a, b**. The white cross marks the location of the continuum emission peak and the position of the protostar. The HDO and H_2^{18}O lines show emission that is smaller in radial extent than the continuum and C^{18}O emission. The CH_3OH (methanol) image shows a very similar structure and extent relative to the HDO and H_2^{18}O lines. C^{18}O more fully traces the extent of the disk gas emission with its lower sublimation temperature of roughly 25 K, extending beyond the continuum emission. The central depression in emission for all lines is the result of optically thick continuum emission attenuating the molecular emission at radii smaller than roughly 40 AU (0.1 $''$); the extent of this optically thick region is denoted with the dashed thick grey line in the centre of each image. The depression is less obvious for H_2^{18}O in **b** due to its lower signal to noise ratio and noise contamination of its integrated intensity map from a neighbouring line. The ellipses in the lower right corner denote the resolution of the line observations (orange, roughly 0.1 $''$) and the continuum (white, roughly 0.08 $''$). Dec., declination; ICRS, International Celestial Reference System; RA, right ascension.



OPEN ACCESS Freely available online

PLoS BIOLOGY

How Many Species Are There on Earth and in the Ocean?

Camilo Mora^{1,2*}, Derek P. Tittensor^{1,3,4}, Sina Adl¹, Alastair G. B. Simpson¹, Boris Worm¹

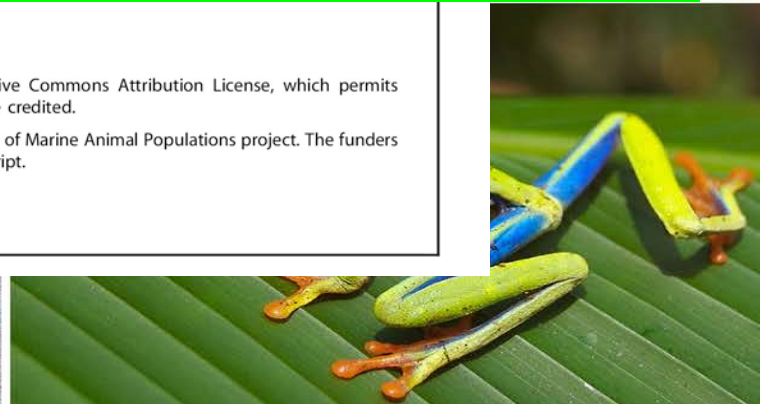
¹ Department of Biology, Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada, ² Department of Geography, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, United States of America, ³ United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, United Kingdom, ⁴ Microsoft Research, Cambridge, United Kingdom

No mundo: ~8,7 milhões (± 1,3) de espécies de eucariotos viventes (Mora et al., 2011)

and because indirect estimates rely on assumptions that have proven highly controversial. Here we show that the higher taxonomic classification of species (i.e., the assignment of species to phylum, class, order, family, and genus) follows a consistent and predictable pattern from which the total number of species in a taxonomic group can be estimated. This approach was validated against well-known taxa, and when applied to all domains of life, it predicts ~8.7 million (±1.3 million SE) eukaryotic species globally, of which ~2.2 million (±0.18 million SE) are marine. In spite of 250 years of taxonomic classification and over 1.2 million species already catalogued in a central database, our results suggest that some 86% of existing species on Earth and 91% of species in the ocean still await description. Renewed interest in further

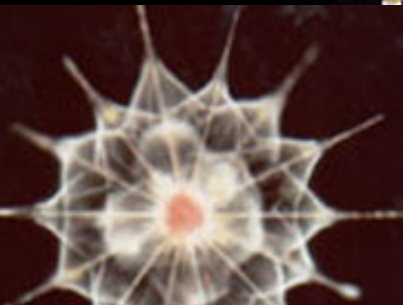
1,6 milhões de espécies descritas; 40 Filos

Academic Editor: Georgina M. Mace, Imperial College London, United Kingdom
Received November 12, 2010; **Accepted** July 13, 2011; **Published** August 23, 2011
Copyright: © 2011 Mora et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.
Funding: Funding was provided by the Sloan Foundation through the Census of Marine Life Program, Future of Marine Animal Populations project. The funders had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.
Competing Interests: The authors have declared that no competing interests exist.
* E-mail: moracamilo@hotmail.com

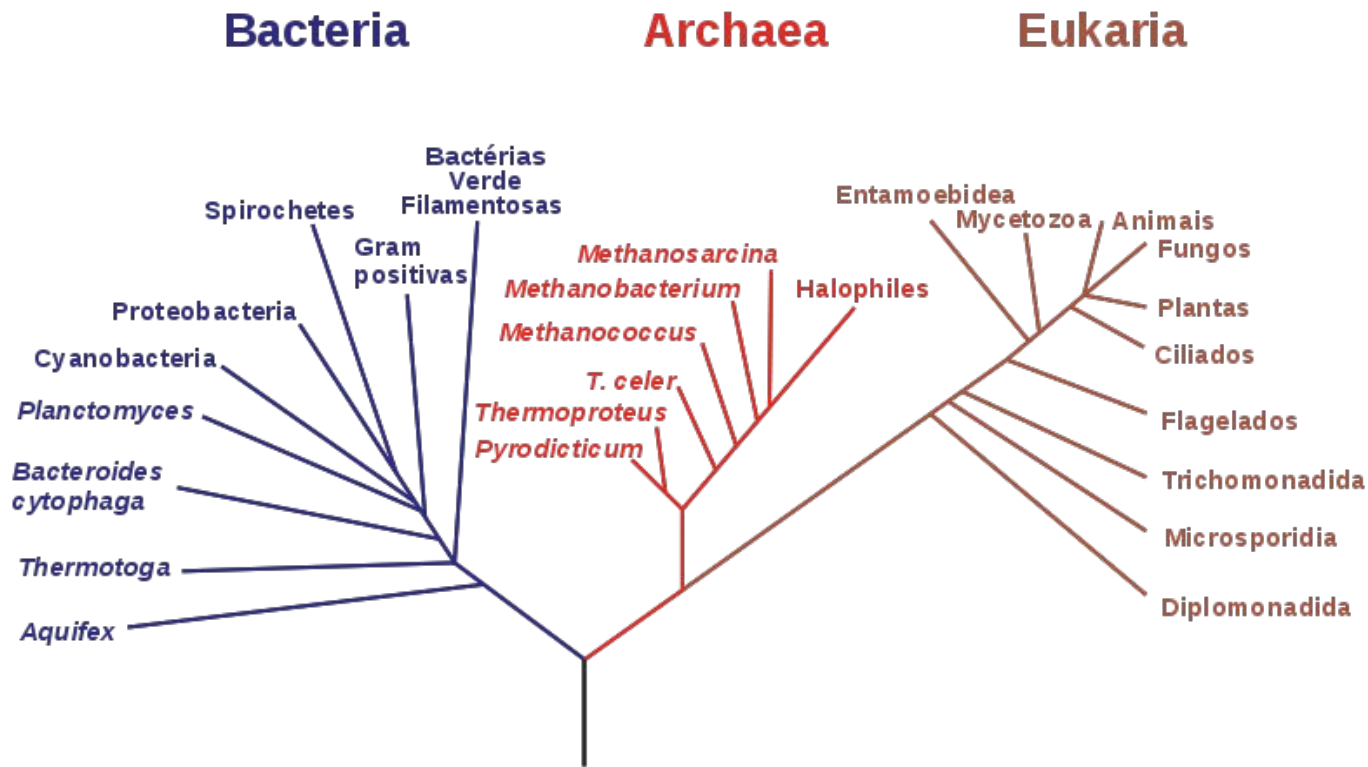




No mundo: ~8,7 milhões ($\pm 1,3$) de espécies de eucariotos viventes (Mora *et al.*, 2011)



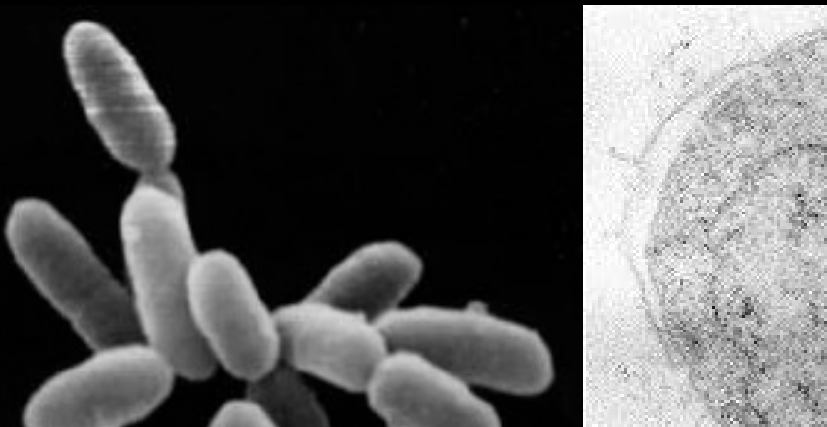
Árvore filogenética da vida



Carl Richard Woese
(1928-2012)

Woese, Carl R.; George E. Fox. 1977. Phylogenetic structure of the prokaryotic domain: the primary kingdoms. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* **74** (11): 5088–5090.

Diversidade da Vida – Diversidade Biológica



nature
microbiology

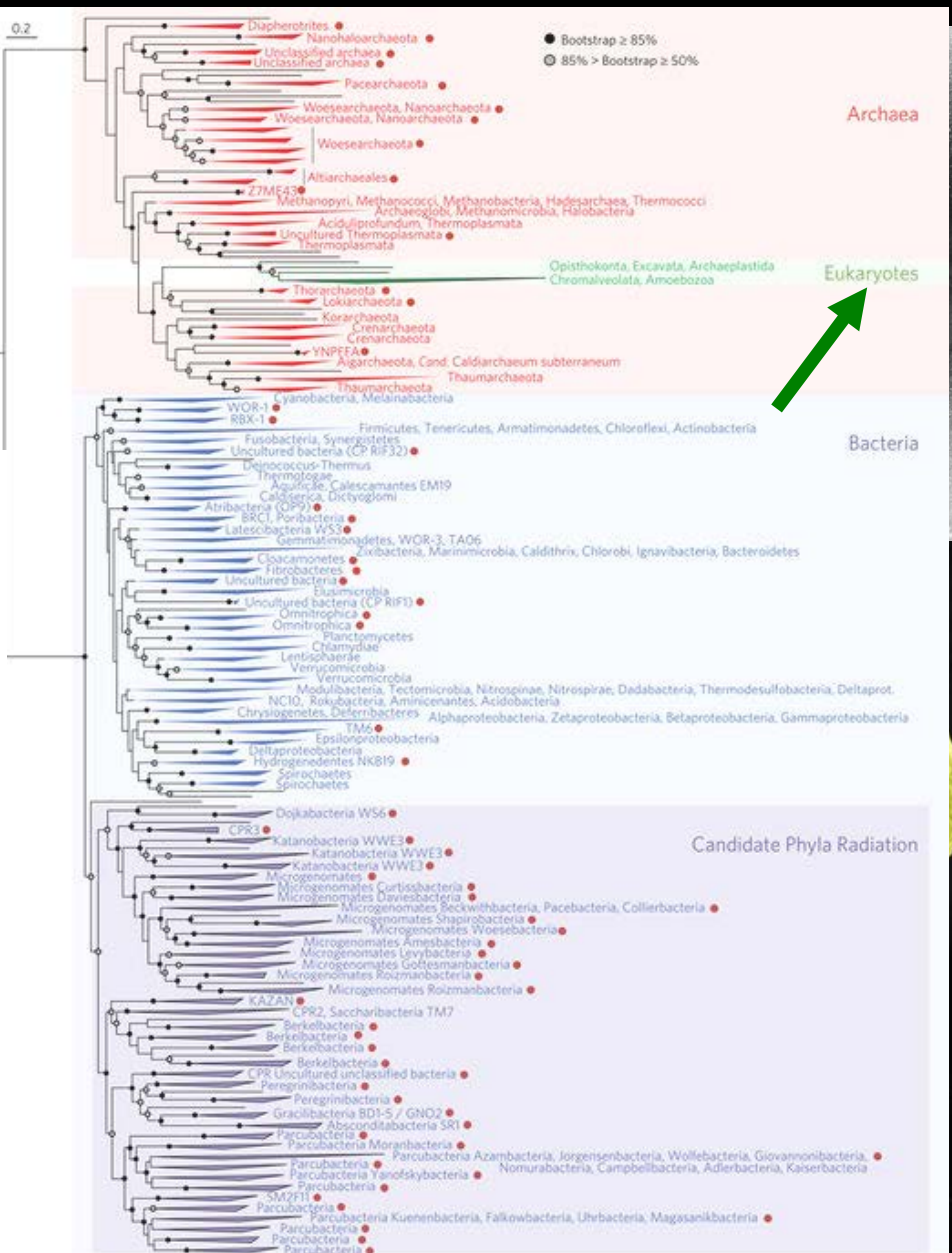
LETTERS
PUBLISHED: 11 APRIL 2016 | ARTICLE NUMBER: 16048 | DOI: 10.1038/NMICROBIOL.2016.48

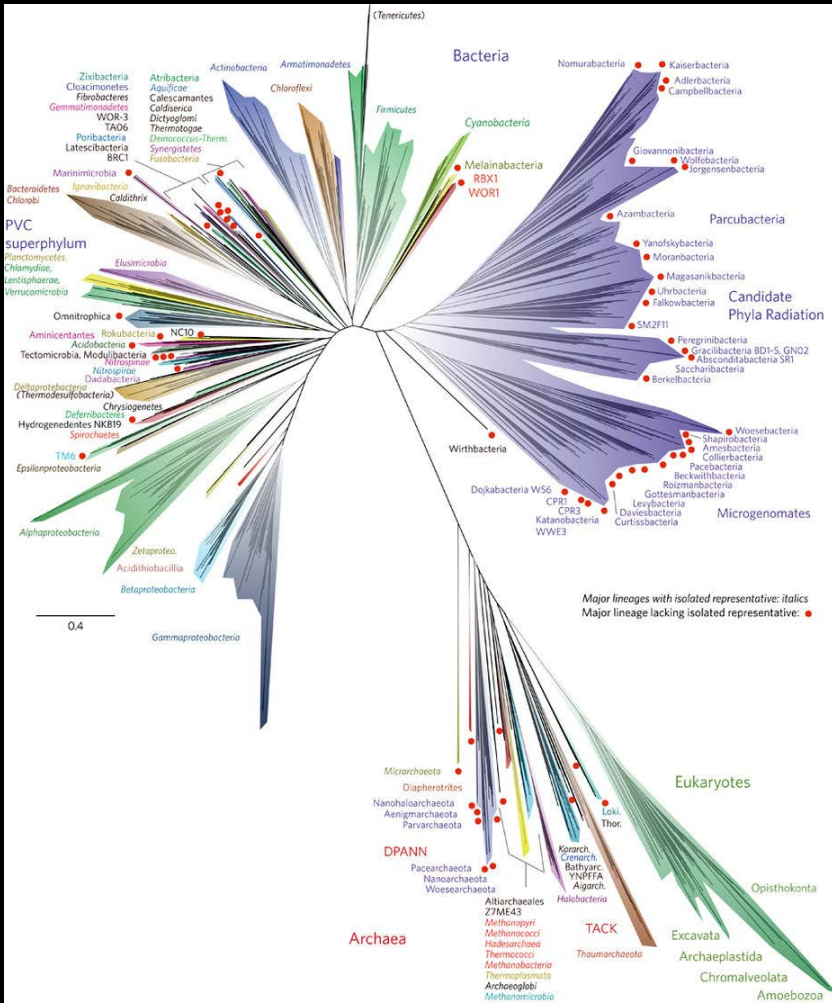
OPEN

A new view of the tree of life

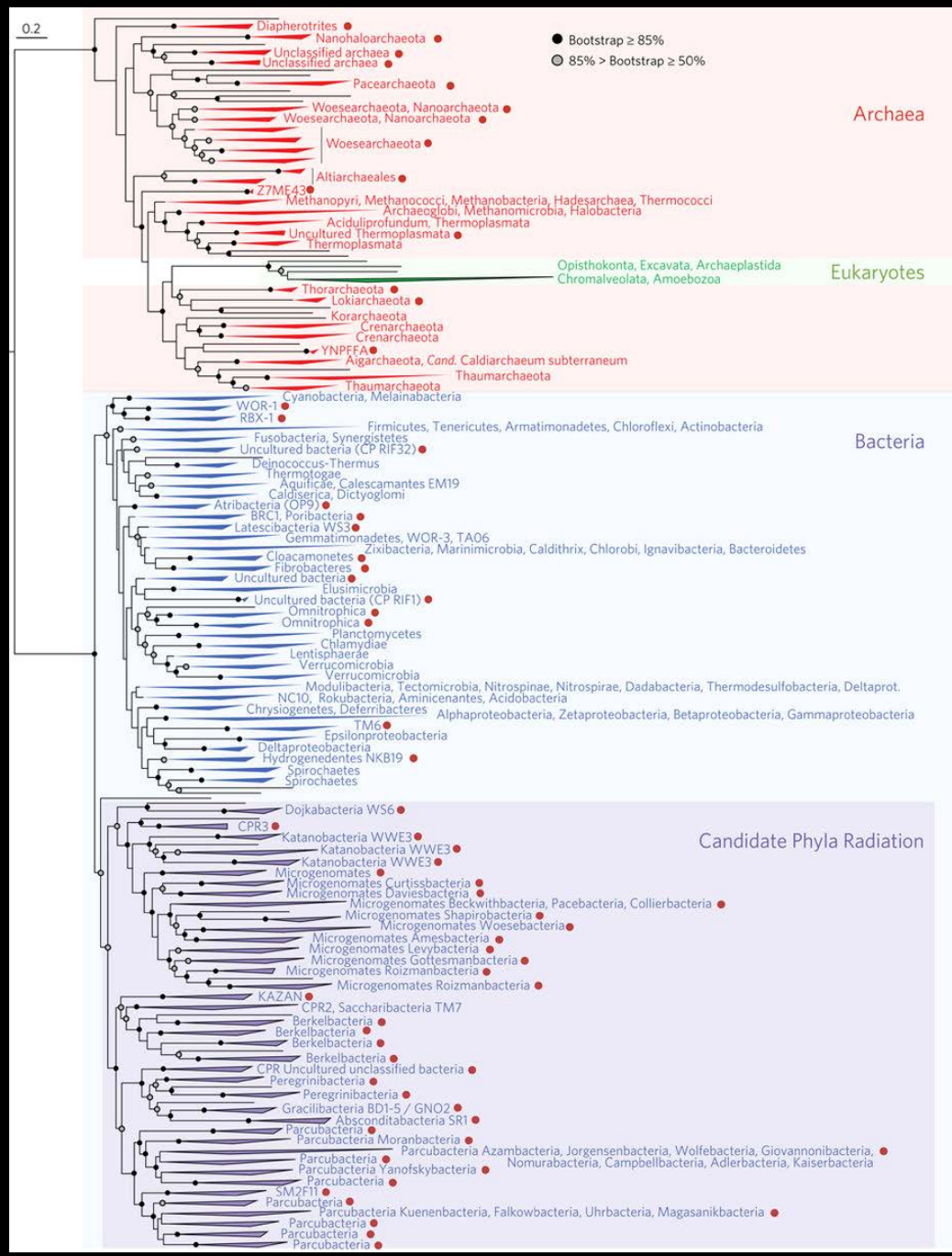
Laura A. Hug^{1*}, Brett J. Baker², Karthik Anantharaman¹, Christopher T. Brown³, Alexander J. Probst¹, Cindy J. Castelle¹, Cristina N. Butterfield¹, Alex W. Hernsdorf³, Yuki Amano⁴, Kotaro Ise⁴, Yohey Suzuki⁵, Natasha Dudek⁶, David A. Relman^{7,8}, Kari M. Finstad⁹, Ronald Amundson⁹, Brian C. Thomas¹ and Jillian F. Banfield^{1,9*}

1/1000 de 1% conhecidos = 1 trilhão de espécies (NSF, 2016)!!

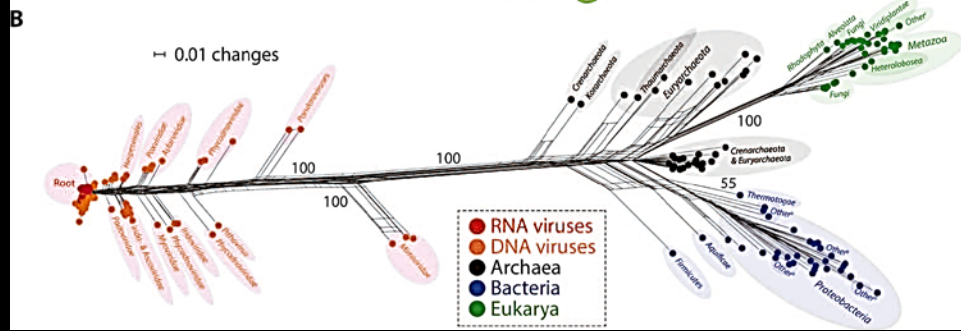
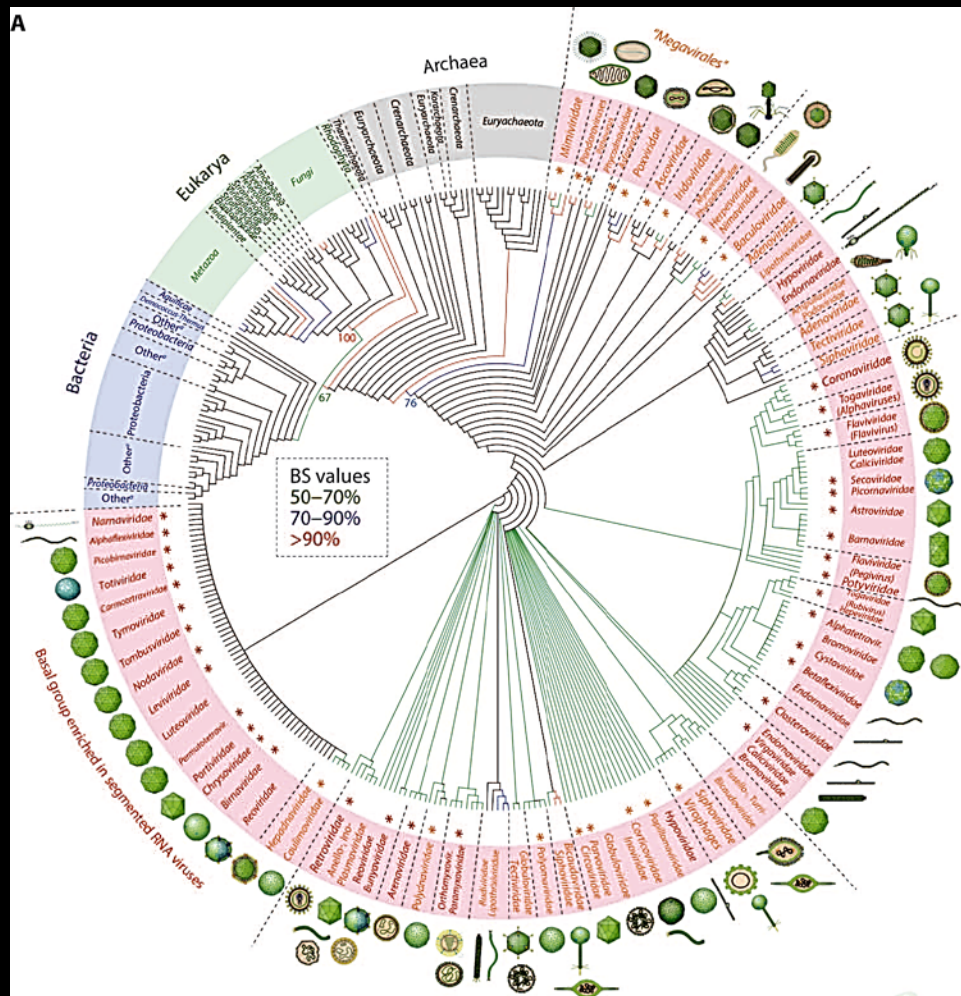




Hug, L.A. et al. 2016. A new view of the tree of life. *Nature Microbiology*, 1: 1-6.



Diversidade da Vida – Diversidade Biológica



RESEARCH ARTICLE

VIROLOGY

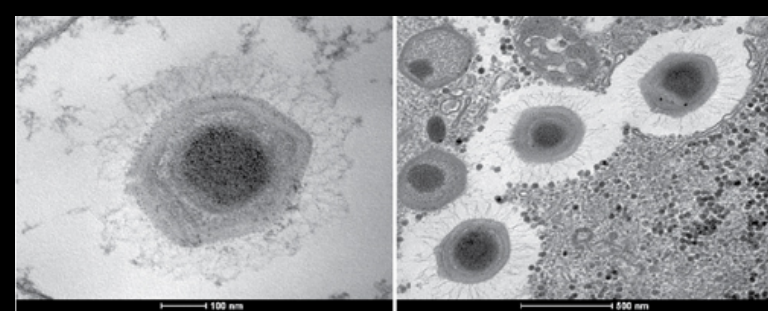
A phylogenomic data-driven exploration of viral origins and evolution

Arshan Nasir* and Gustavo Caetano-Anollés†

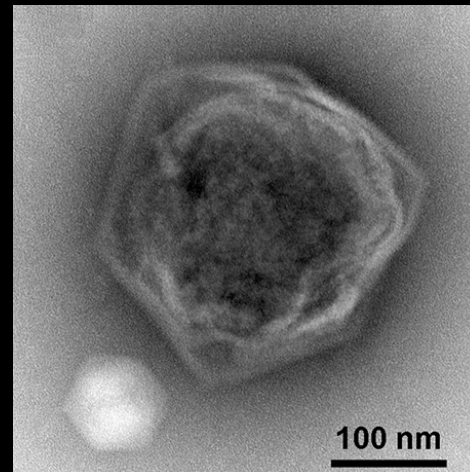
2015 © The Authors, some rights reserved; exclusive licensee American Association for the Advancement of Science. Distributed under a Creative Commons Attribution NonCommercial License 4.0 (CC BY-NC). 10.1126/sciadv.1500527

Mimiviridae (vírus gigantes - *girus*) – infectam eucariotas unicelulares (principalmente amebas) – estratégias de reprodução e morfologia típicas de vírus, mas são maiores do que muitas bactérias e tem > complexidade genômica;

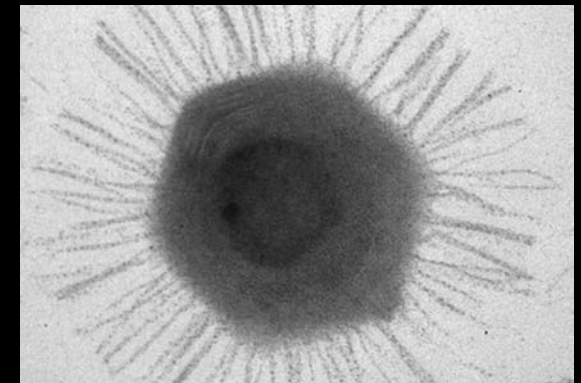
- São parasitados por outros vírus (e.g., **virófagos** Sputnik, Mavirus e OLV - Organic Lake Virophage) e possuem mobilomas (comunidades de elementos genéticos móveis);



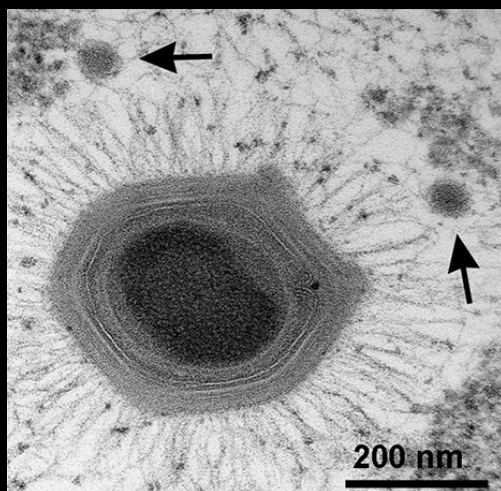
Vírus gigante Samba e seu virófago Rio Negro



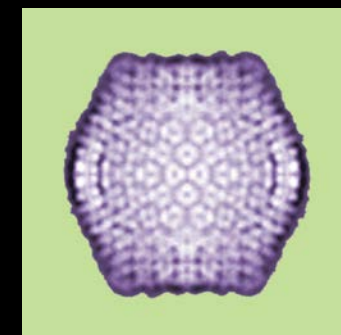
Vírus gigante CroV com seu virófago Mavirus



Virófago Lago Organic (OLV)

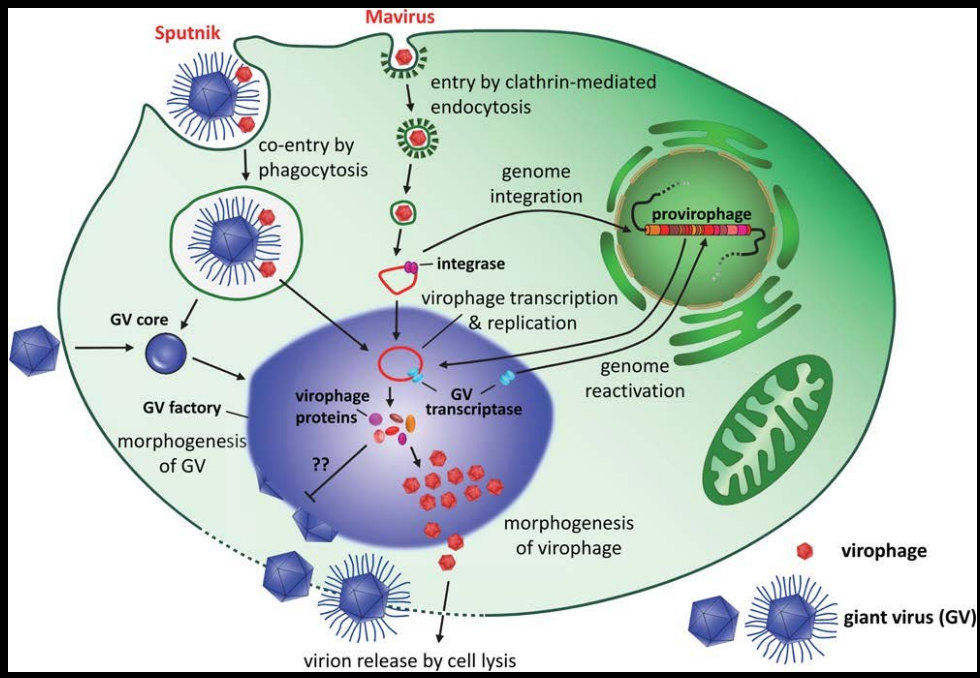
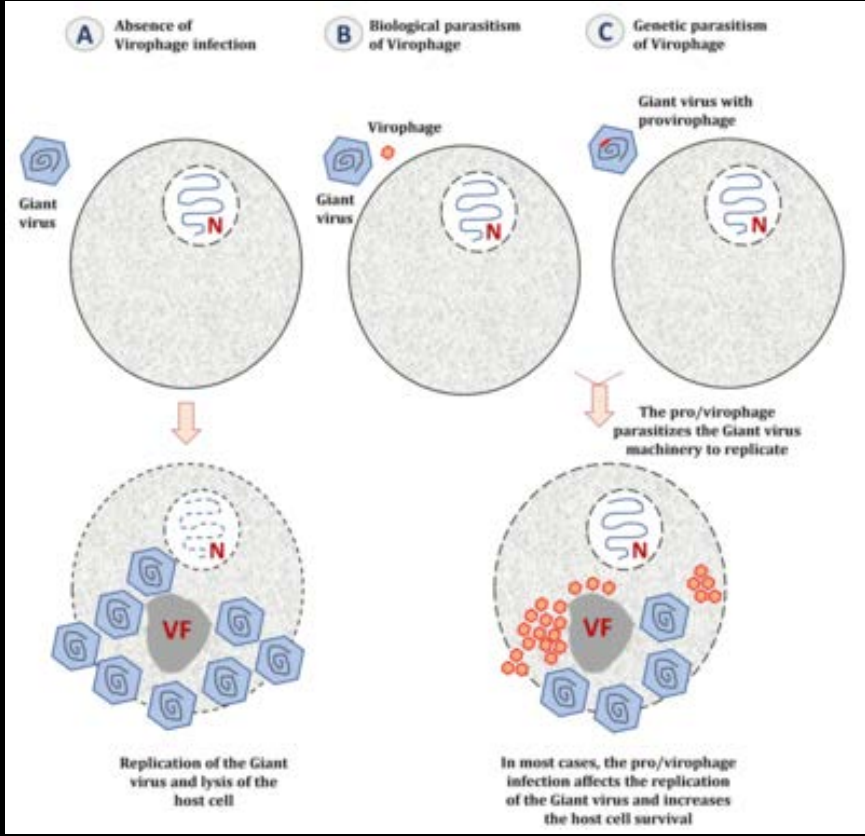


Vírus gigante Acanthamoeba polyphaga mimivirus (APMV) com virófago Sputnik



virófago Sputnik

Diversidade da Vida – Diversidade Biológica



Virófagos e elementos genéticos (políntons e transpovírons)

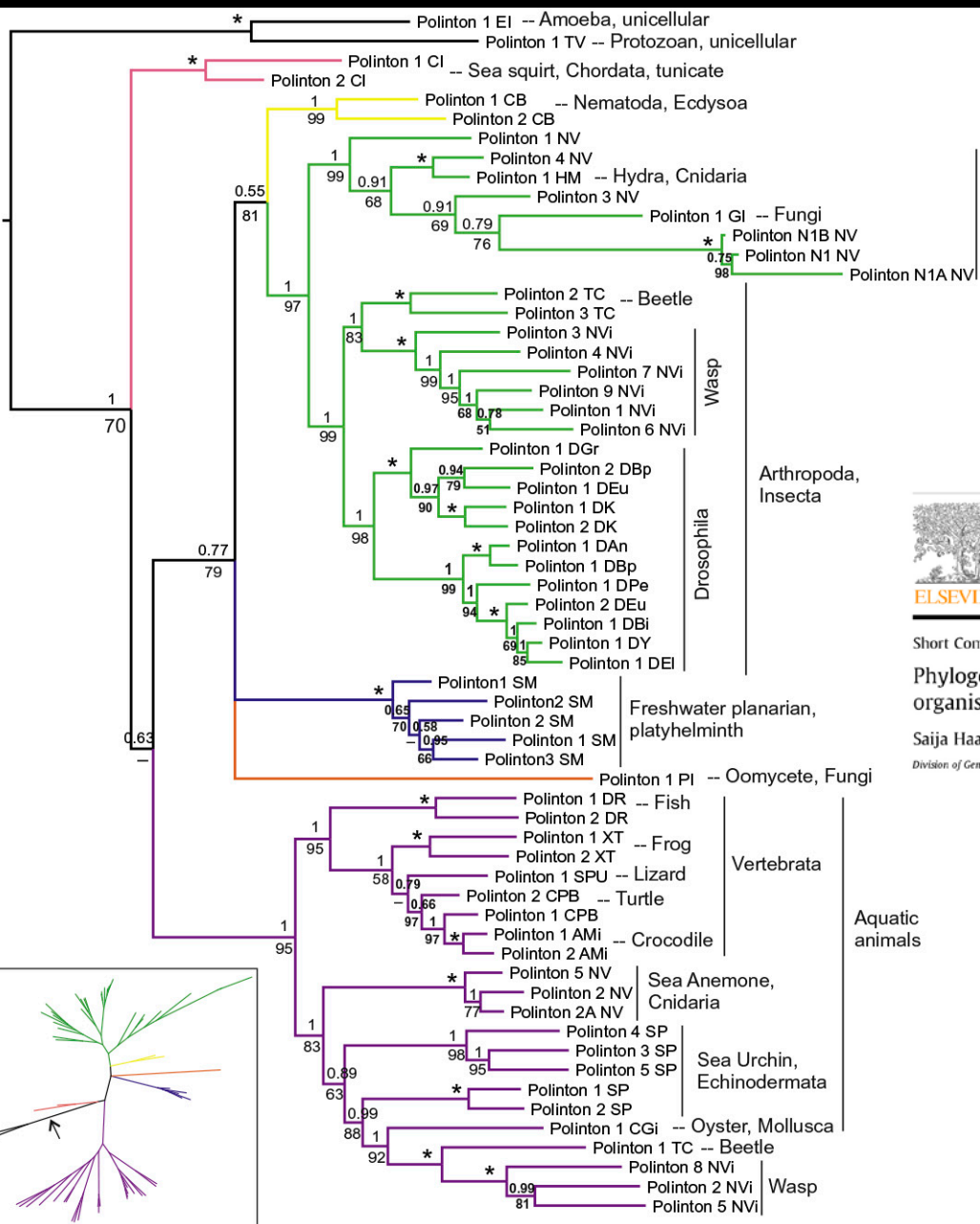
Virófagos – icosaédricos; 20-25 quilobases que codificam 21-26 proteínas cada; poucos genes do genoma são homólogos entre eles (origem quimérica);

Políntons (transposons) - 5 genes homólogos com elementos transponíveis grandes, auto-replicantes de Eukariota (classe Maverick/Polinton); são abundantes em genomas de alguns protistas, como *Trichomonas vaginalis*;

Mavirus – evoluíram da recombinação entre políntons e um vírus desconhecido;

Varidnaviria - virófagos, políntons, um distinto elemento transponível Tetrahymena (Tlr1), transpovírons, adenovírus e alguns bacteriófagos podem formar um grupo monofilético

Diversidade da Vida – Diversidade Biológica



Sea anemone,
Cnidaria (NV)

Wasp

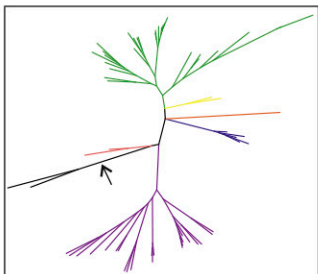
Arthropoda,
Insecta

Drosophila

Freshwater planarian,
platyhelminth

Vertebrata

Aquatic
animals



0.02

Molecular Phylogenetics and Evolution xxx (2014) xxx-xxx

Contents lists available at ScienceDirect

Molecular Phylogenetics and Evolution

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ympev

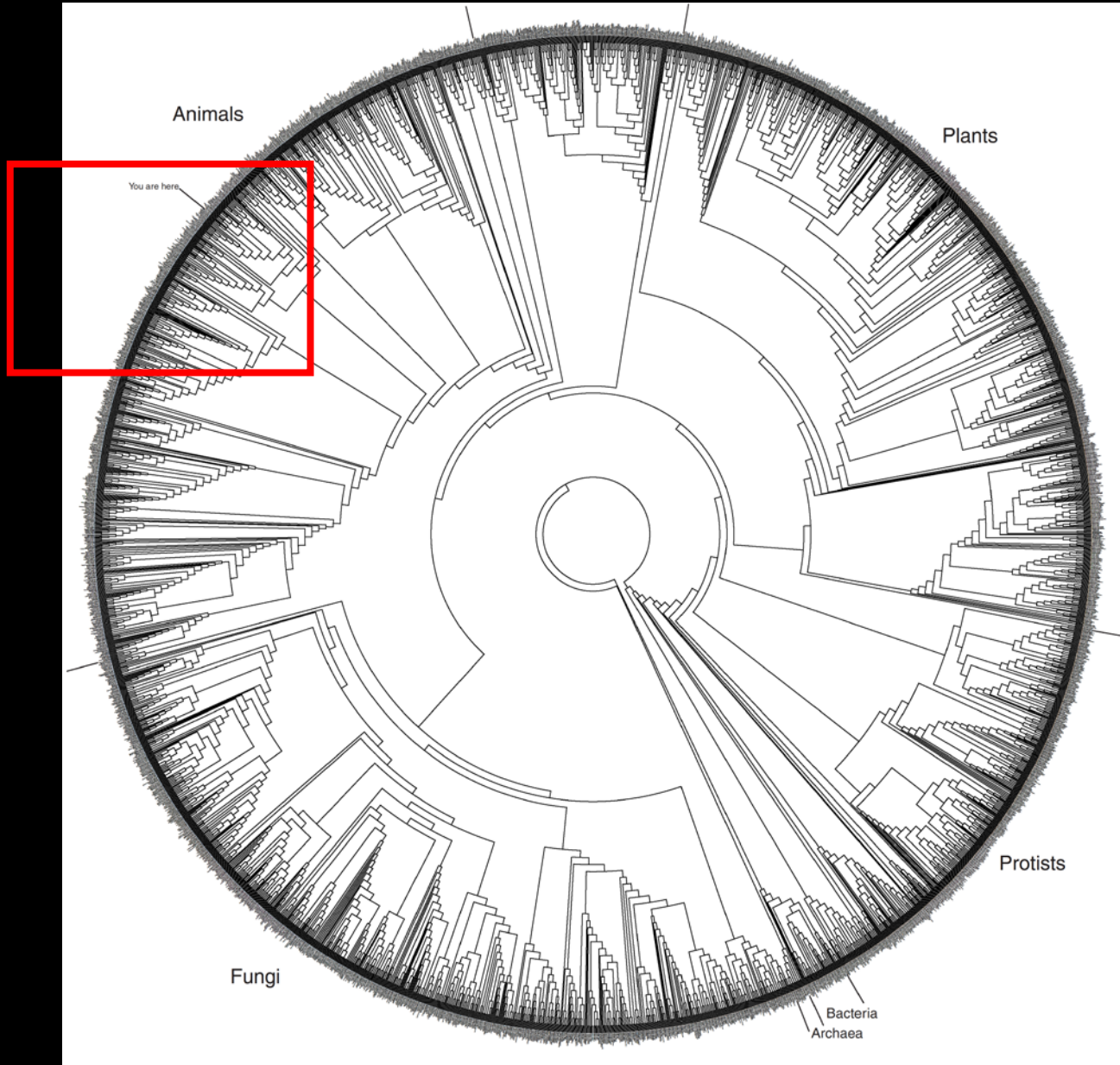
Short Communication

Phylogenetic analysis of Maverick/Polinton giant transposons across organisms

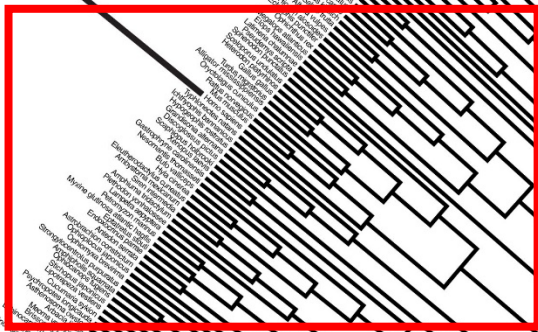
Saija Haapa-Paananen*, Niklas Wahlberg, Harri Savilahti

Division of Genetics and Physiology, Department of Biology, University of Turku, Finland

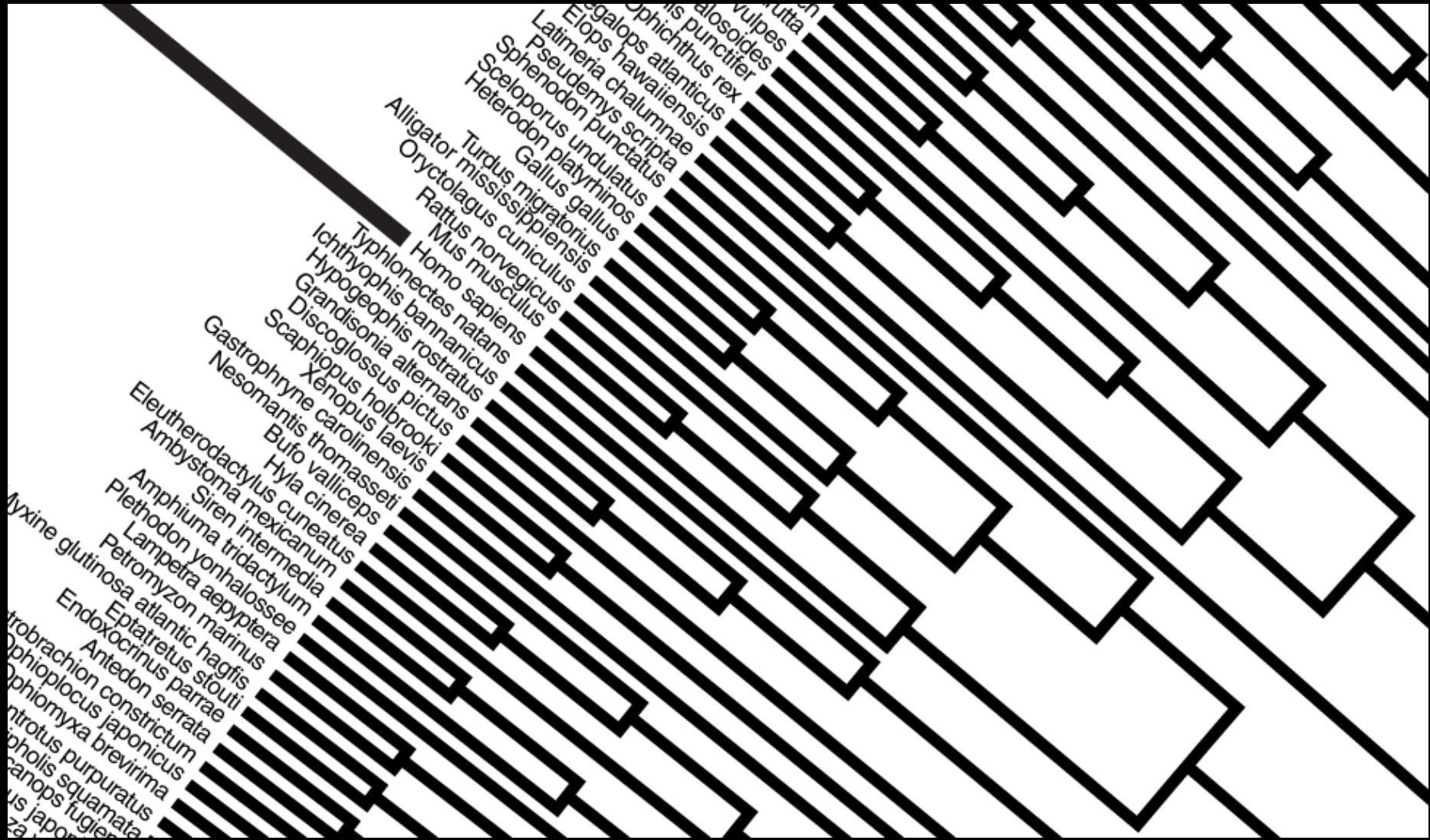
Diversidade da Vida – Diversidade Biológica



You are here



Diversidade da Vida – Diversidade Biológica





Hopcroft/UAF/CoML/NOAA

Chaetognatha (*Sagitta maxima*)



Zubi 05

Ectoprocta (Bryozoa)



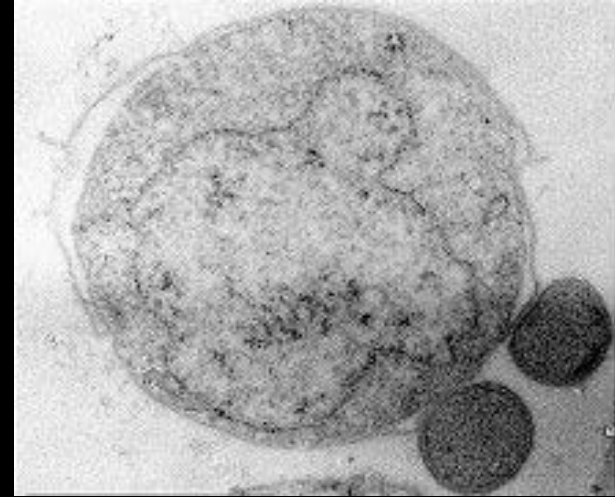
Deuteromycota (*Aspergillus*)



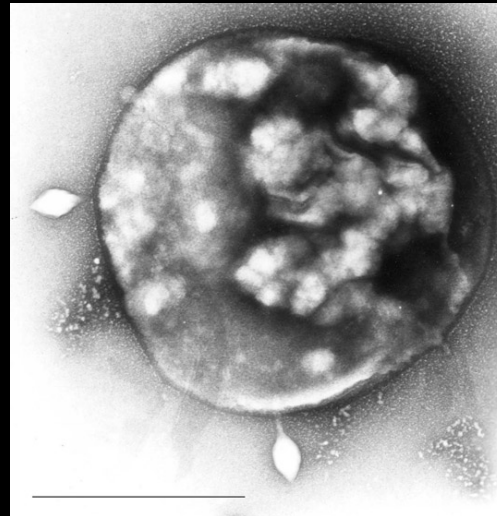
Bryophyta



Euryarchaeota (*Halobacterium* sp.)

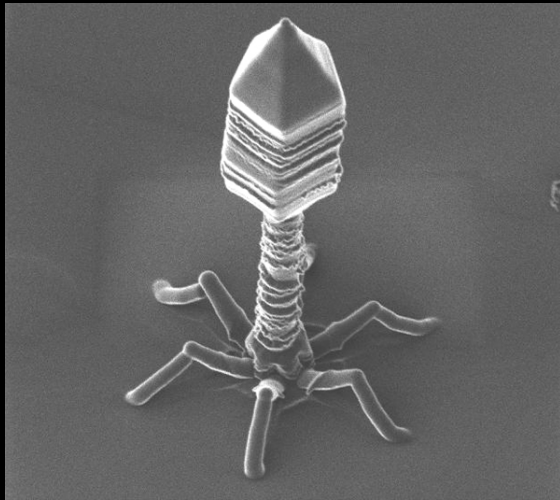


Nanoarchaeota



Crenarchaeota (*Sulfolobus* infectado com vírus RT8-4)

Diversidade da Vida – Diversidade Biológica



Vírus - Bacteriophagus



Tardigrada



Kinorhyncha



Micrognathozoa

Abundância de elementos químicos do corpo humano

Human Body Ingredients

The four ingredients below are essential parts of the body's protein, carbohydrate and fat architecture.



OXYGEN
65.0%
Critical to the conversion of food into energy.



CARBON
18.5%
The so-called backbone of the building blocks of the body and a key part of other important compounds, such as testosterone and estrogen.



HYDROGEN
9.5%
Helps transport nutrients, remove wastes and regulate body temperature. Also plays an important role in energy production.



NITROGEN
3.3%
Found in amino acids, the building blocks of proteins; an essential part of the nucleic acids that constitute DNA.

(Percentage of body weight. Source: *Biology*, Campbell and Reece, eighth edition.)



Other Key Elements

Calcium 1.5%
Lends rigidity and strength to bones and teeth; also important for the functioning of nerves and muscles, and for blood clotting.

Phosphorus 1.0%
Needed for building and maintaining bones and teeth; also found in the molecule ATP (adenosine triphosphate), which provides energy that drives chemical reactions in cells.

Potassium 0.4%
Important for electrical signaling in nerves and maintaining the balance of water in the body.

Sulfur 0.3%
Found in cartilage, insulin (the hormone that enables the body to use sugar), breast milk, proteins that play a role in the immune system, and keratin, a substance in skin, hair and nails.

Chlorine 0.2%
Needed by nerves to function properly; also helps produce gastric juices.

Sodium 0.2%
Plays a critical role in nerves' electrical signaling; also helps regulate the amount of water in the body.

Magnesium 0.1%
Plays an important role in the structure of the skeleton and muscles; also found in molecules that help enzymes use ATP to supply energy for chemical reactions in cells.

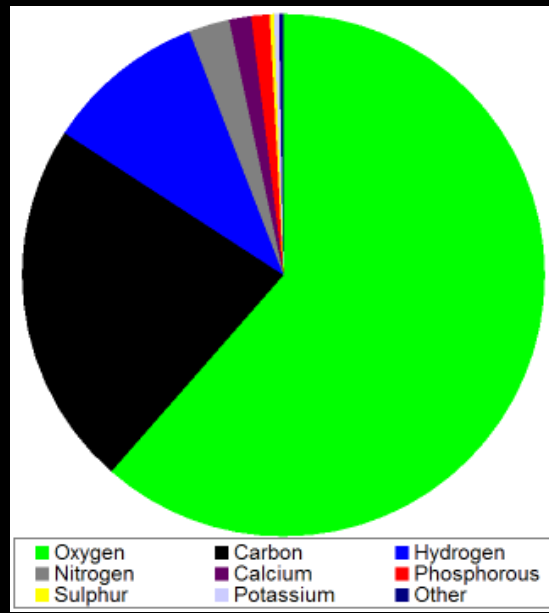
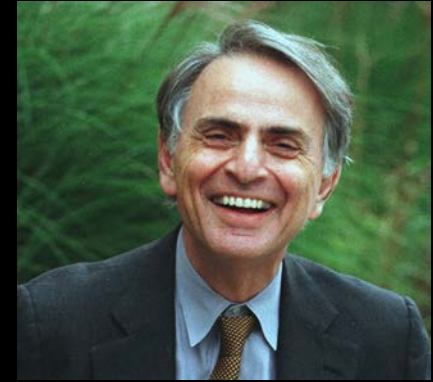
Iodine (trace amount)
Part of an essential hormone produced by the thyroid gland; regulates metabolism.

Iron (trace amount)
Part of hemoglobin, which carries oxygen in red blood cells.

Zinc (trace amount)
Forms part of some enzymes involved in digestion.

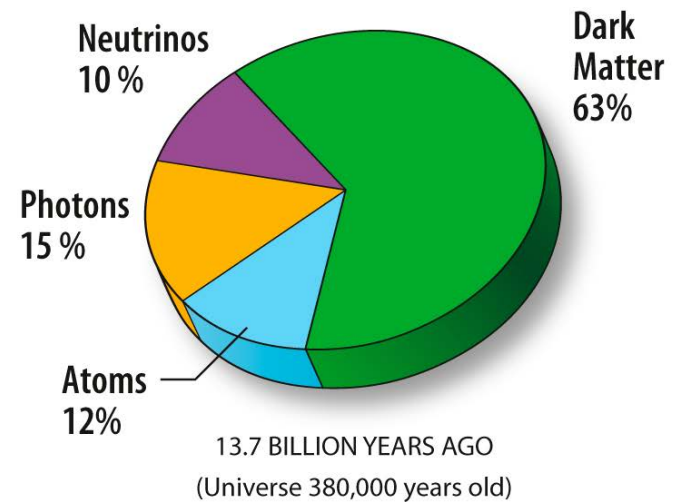
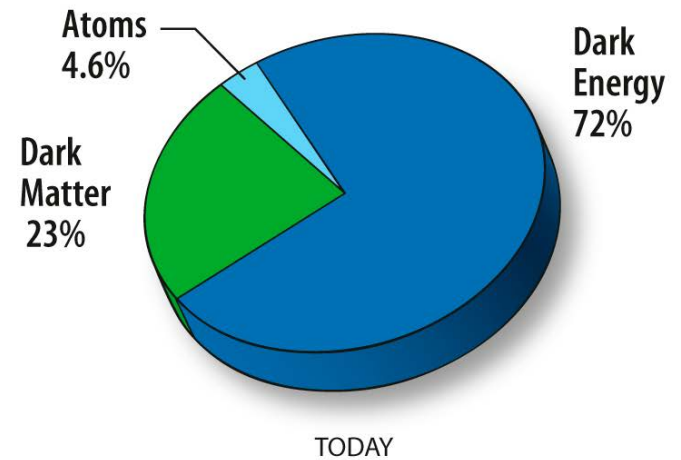
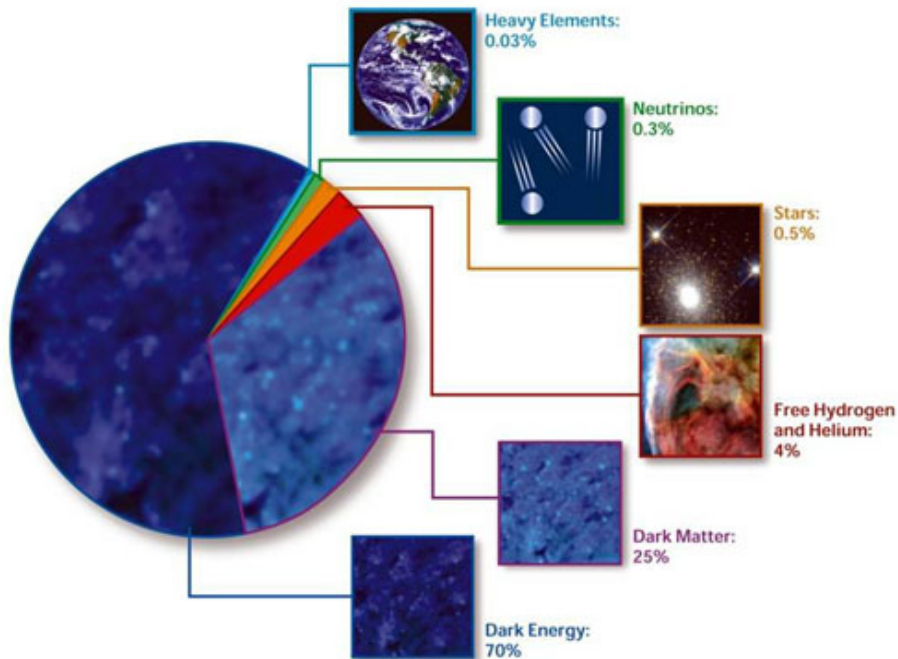
"The cosmos is also within us. We're made of star-stuff. We're a way for the universe to know itself." (Carl Sagan, 1934-1996)

| Element | Proportion (by mass) |
|------------|----------------------|
| Oxygen | 65% |
| Carbon | 18% |
| Hydrogen | 10% |
| Nitrogen | 3% |
| Calcium | 1.5% |
| Phosphorus | 1.2% |
| Potassium | 0.2% |
| Sulfur | 0.2% |
| Chlorine | 0.2% |
| Sodium | 0.1% |
| Magnesium | 0.05% |
| Iron | < 0.05% |
| Cobalt | < 0.05% |
| Copper | < 0.05% |
| Zinc | < 0.05% |
| Iodine | < 0.05% |
| Selenium | < 0.01% |



Composição do Universo

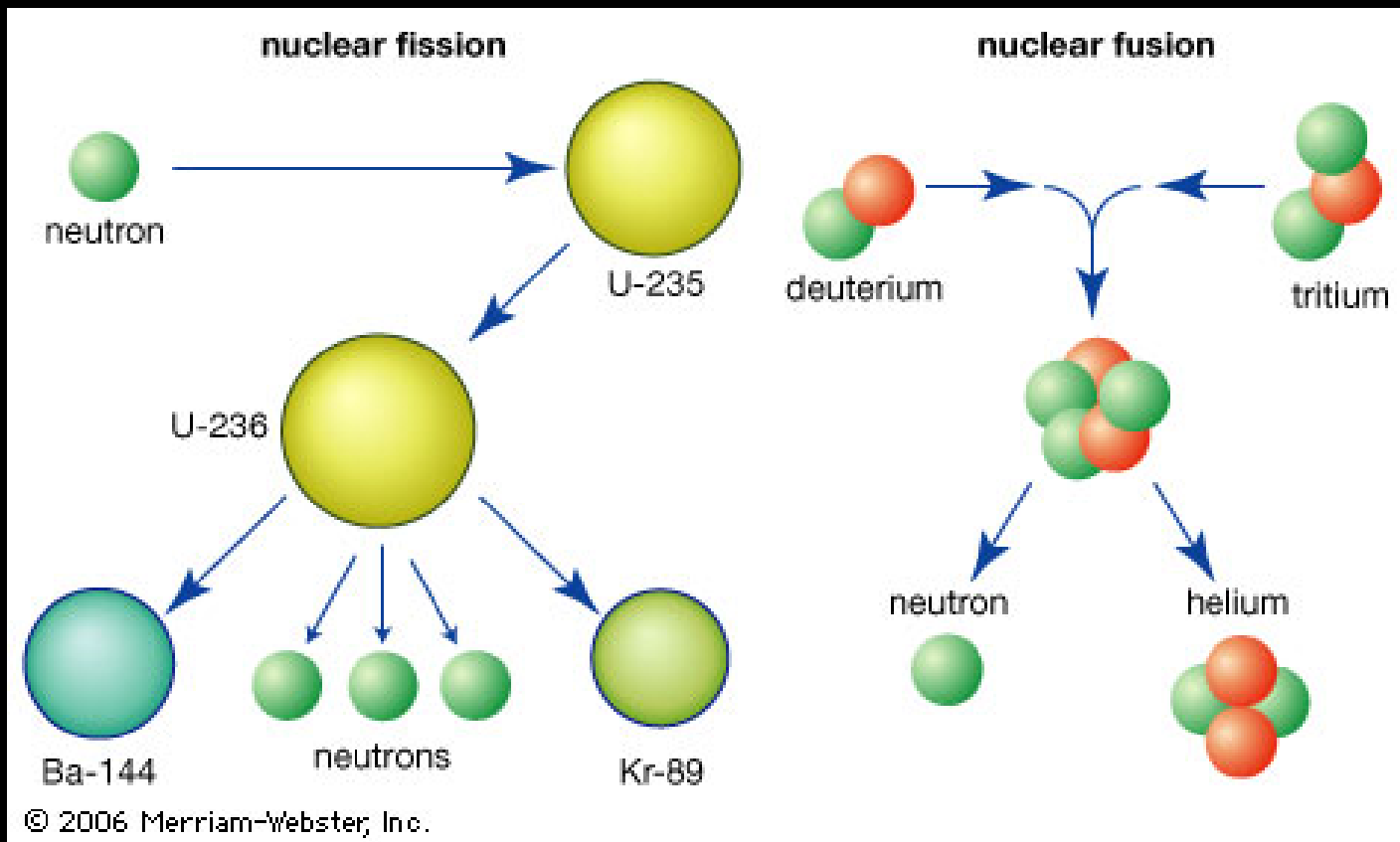
COMPOSITION OF THE COSMOS



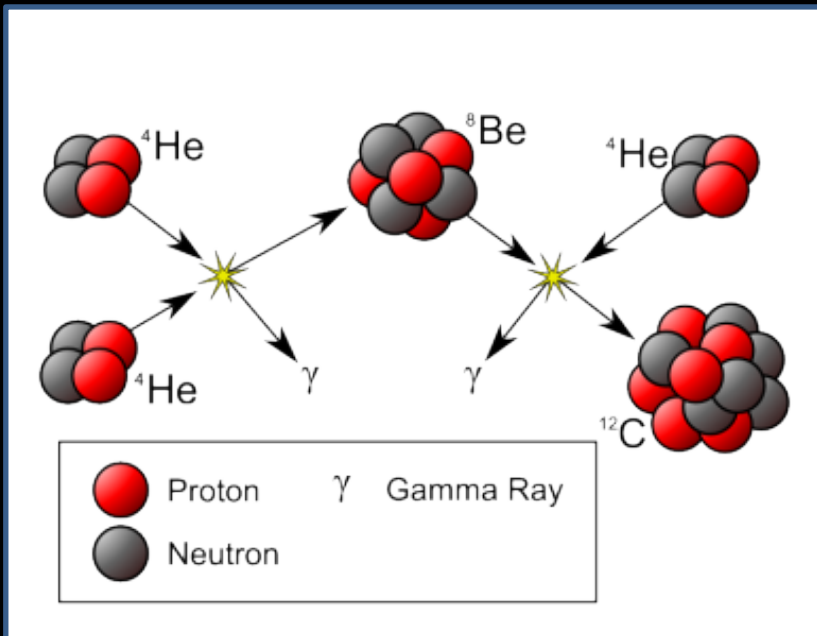
Origem do Universo - Universo Atômico

- Origem única (13,8 b.a.) - *Big Bang* - universo sendo criado a partir da “singularidade” (não há tempo, nem espaço, nem matéria); universo em expansão acelerada (evidenciada pela radiação cósmica de fundo);
- Bariogênese – formação de núcleons (prótons e nêutrons livres e estáveis - bárions) a partir do plasma de quark-glúon;
- Formação de elementos atômicos estáveis - ***Nucleossíntese do Big Bang ou Nucleossíntese Primordial***;
- 3-17 minutos da origem do Universo: produção de elementos fundamentais leves e “estáveis” - núcleos mais pesados que o H-1 – deutério (H-2), isótopos mais pesados do hélio (He-3 e He-4), lítio (Li-6 e Li-7) e berílio (Be) (até massa 7); alguns núcleos instáveis que decaem ou fundem rapidamente;
- Após isso a temperatura e densidade do Universo diminuem, com expansão do universo;
- Após 20 minutos, com esfriamento do Universo, outros elementos mais pesados se formam nos núcleos estelares - ***Nucleossíntese Estelar*** - progressivo aumento de complexidade.

- Formação de Núcleos Atômicos - dois processos fundamentais de geração de diversidade da matéria no Universo => fusão e fissão

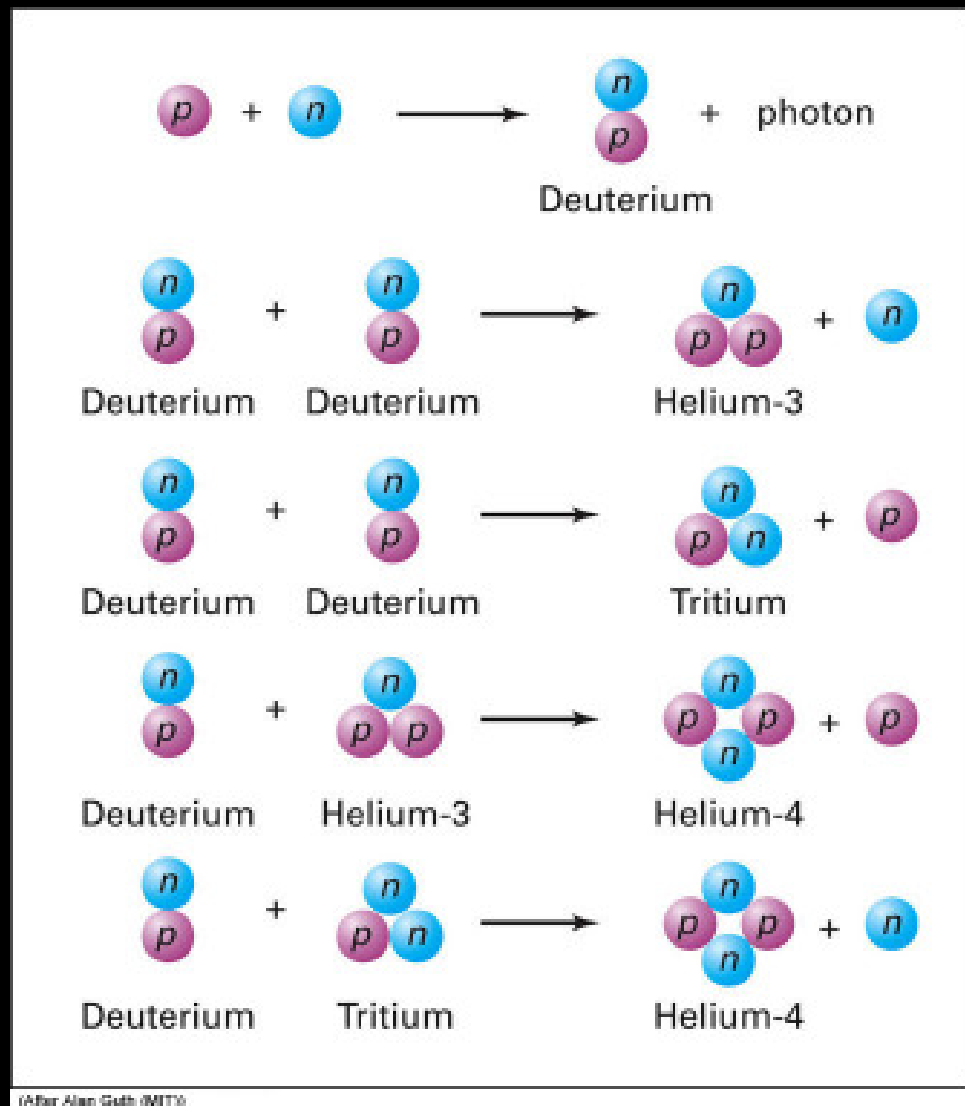


Fusão Nuclear - aumento da diversidade da matéria

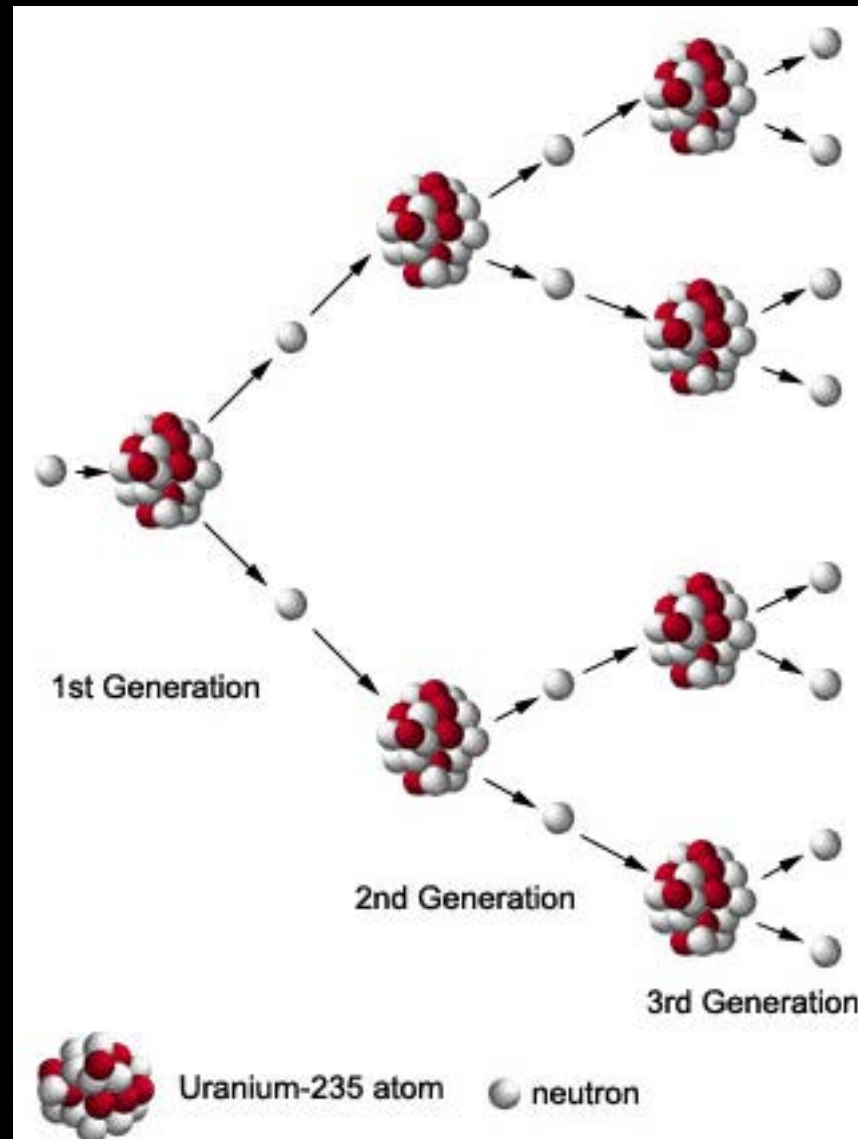


- Geralmente ocorre com elementos mais leves

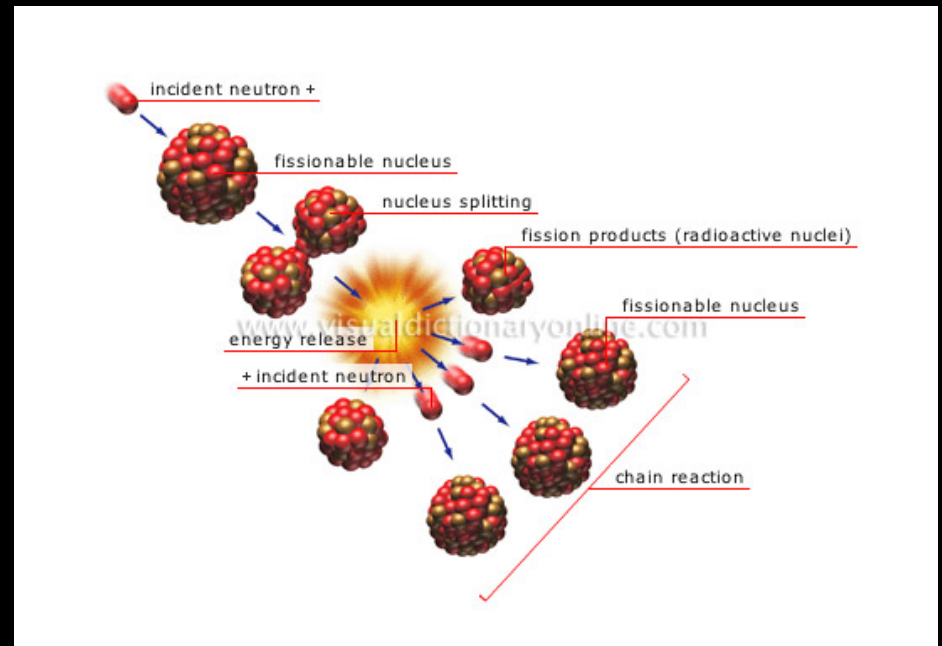
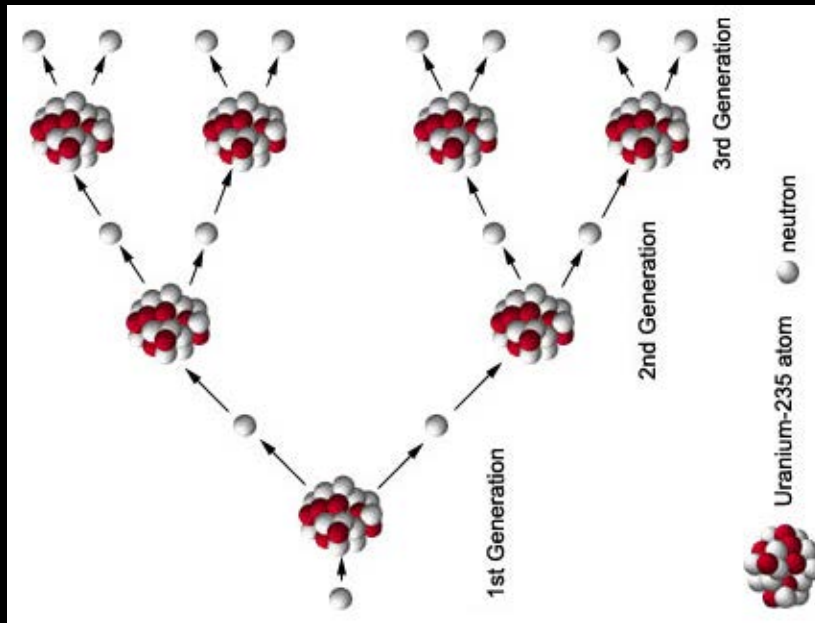
- Fusão de 2 núcleos com massa menor do que a do *Fe* libera energia.



Fissão Nuclear - liberação energética (reatores nucleares)



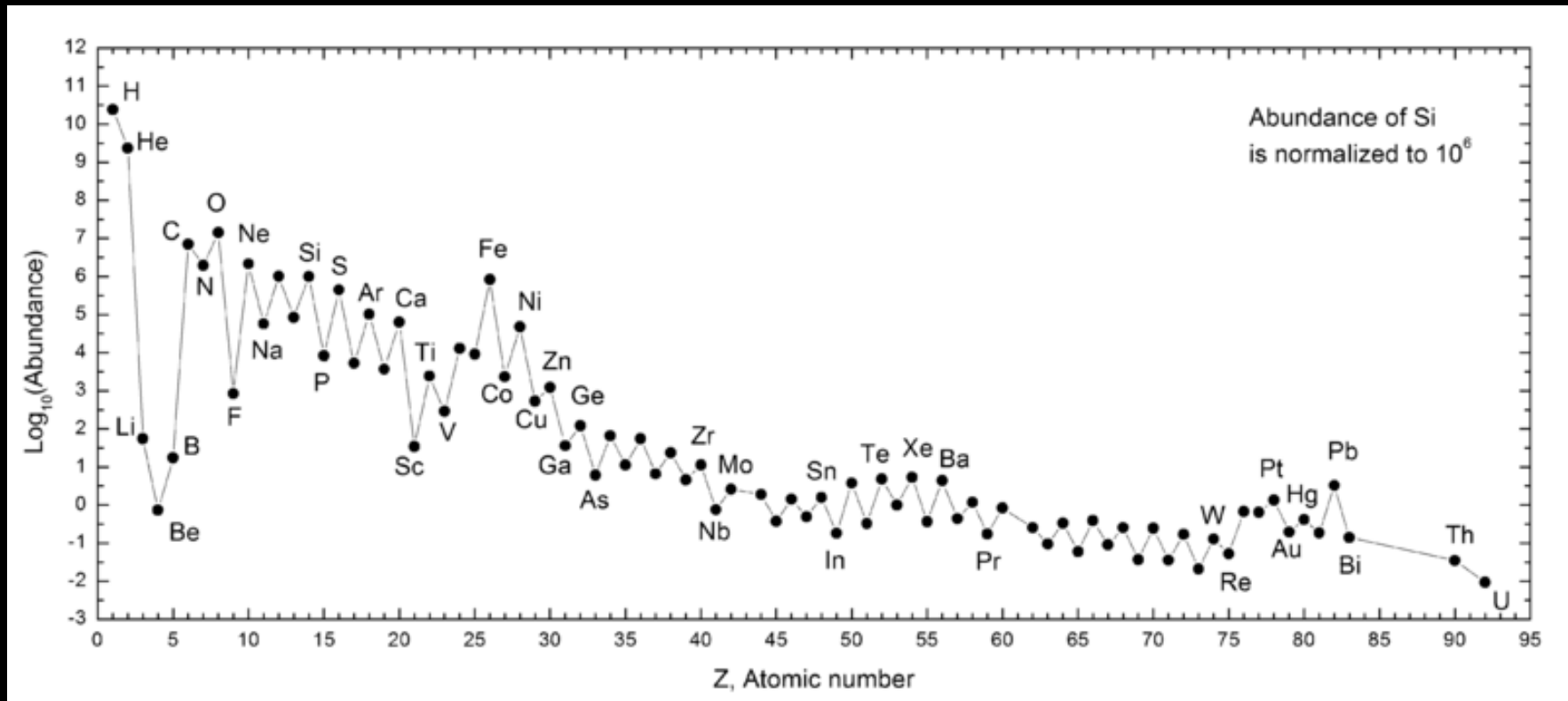
Fissão Nuclear - liberação energética



-Fissão geralmente é binária!

-Geralmente ocorre com elementos mais pesados

Composição do Sistema Solar



Diversidade da Vida – Evolução pré-biológica

- Átomos são homólogos?

CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS.

Com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do Carbono

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

ATENÇÃO:

- O carbono 12 serve como referência às massas atômicas.
- Os elementos artificiais são apresentados em **côr verde**.
- São chamados: - representativos ou não de transição os elementos dos grupos - A (todos) B (somente 1B e 2B)
- transição simples: 3B até 8B
- transição interna: Terras Raras - Lantanídeos (57 a 71) Actinídeos (89 a 103)

ELEMENTOS DE TRANSIÇÃO

| PERÍODO | IA | IIA | ELEMENTOS DE TRANSIÇÃO | | | | | | | | | | IIIB | IVB | VB | VIB | VII B | VIII B | IB | IIB | IIIA | IVA | VA | VIA | VIIA | VIIIA | 0 | | | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---|--|---|--|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--|--|-------------------------------------|--|----|-----|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|---|---|---|------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--|
| 1.º | 1 H 1,00797 1 Hidrogênio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 B 10,811 3 Boro | 6 C 12,01115 4,2 Carbono | 7 N 14,0067 3,5,4,2 Nitrogênio | 8 O 15,9994 -1 Oxigênio | 9 F 18,9984 -1 Fluor | 10 Ne 20,183 -2 Neônio | 2 He 4,0026 -2 Hélio | | | | | | | | | | | |
| 2.º | 3 Li 6,939 1 Lítio | 4 Be 9,0122 2 Berílio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 13 Al 26,9815 3 Alumínio | 14 Si 28,086 4 Silício | 15 P 30,9738 3,5,4 Fósforo | 16 S 32,064 2,4,8 Enxofre | 17 Cl 35,463 -1,3,5,7 Cloro | 18 Ar 39,948 -1,3,5,7 Argônio | | | | | | | | | | | | |
| 3.º | 11 Na 22,9898 1 Sódio | 12 Mg 24,312 2 Magnésio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 19 K 39,102 1 Potássio | 20 Ca 40,08 2 Cálcio | 21 Sc 44,956 3 Escândio | 22 Ti 47,90 4 Titânio | 23 V 50,942 4,3 Vanádio | 24 Cr 51,996 6,3,2 Cromo | 25 Mn 54,938 7,8,4,2,3 Manganês | 26 Fe 55,847 2,3 Ferro | 27 Co 58,933 2,3 Cobalto | 28 Ni 58,71 2,3 Níquel | 29 Cu 63,54 2,1 Cobre | 30 Zn 65,37 2 Zinco | 31 Ga 69,72 3 Gálio | 32 Ge 72,59 4 Germano | 33 As 74,922 3,5 Arsênio | 34 Se 78,96 2,4,8 Selênio | 35 Br 79,904 1,5 Bromo | 36 Kr 83,80 -1,2,3,4,6 Criptônio |
| 4.º | 19 K 39,102 1 Potássio | 20 Ca 40,08 2 Cálcio | 21 Sc 44,956 3 Escândio | 22 Ti 47,90 4 Titânio | 23 V 50,942 4,3 Vanádio | 24 Cr 51,996 6,3,2 Cromo | 25 Mn 54,938 7,8,4,2,3 Manganês | 26 Fe 55,847 2,3 Ferro | 27 Co 58,933 2,3 Cobalto | 28 Ni 58,71 2,3 Níquel | 29 Cu 63,54 2,1 Cobre | 30 Zn 65,37 2 Zinco | 31 Ga 69,72 3 Gálio | 32 Ge 72,59 4 Germano | 33 As 74,922 3,5 Arsênio | 34 Se 78,96 2,4,8 Selênio | 35 Br 79,904 1,5 Bromo | 36 Kr 83,80 -1,2,3,4,6 Criptônio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.º | 37 Rb 85,47 1 Rubídio | 38 Sr 87,62 2 Estrôncio | 39 Y 88,905 3 Ítrio | 40 Zr 91,22 4 Zircônio | 41 Nb 92,906 5,3 Nióbio | 42 Mo 95,94 6,5,4,3,2 Molibdênio | 43 Tc 98 7 Técnicio | 44 Ru 101,07 2,3,4,5,8 Rutênio | 45 Rh 102,905 2,3,4 Ródio | 46 Pd 106,4 2,4 Paládio | 47 Ag 107,87 1 Prata | 48 Cd 112,40 2 Cádmio | 49 In 114,82 3 Índio | 50 Sn 118,69 4,2 Estanho | 51 Sb 121,76 3,5 Antimônio | 52 Te 127,60 2,4,8 Telúrio | 53 I 126,905 1,5,7 Iodo | 54 Xe 131,29 -1,2,3,4,6 Xenônio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6.º | 55 Cs 132,905 1 Césio | 56 Ba 137,34 2 Bário | 57 La 138,91 3 Lantânio | 58 Ce 140,12 3,4 Cério | 59 Pr 140,907 3,4 Praseodímio | 60 Nd 144,24 3 Neodímio | 61 Pm 147 3 Promécio | 62 Sm 150,36 3,2 Samaritônio | 63 Eu 151,96 3,2 Europio | 64 Gd 157,25 3 Gadolínio | 65 Tb 158,924 3,4 Térbio | 66 Dy 162,50 3 Dísprio | 67 Ho 164,930 3 Hólmio | 68 Er 167,26 3 Érbio | 69 Tm 168,934 3,2 Tulio | 70 Yb 173,04 3,2 Íterbio | 71 Lu 174,97 3 Lutécio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.º | 87 Fr 223 1 Frâncio | 88 Ra 226 2 Rádio | 89 Ac 227 3 Actínio | 90 Th 232,038 4 Tório | 91 Pa 231,04 5,4 Protactínio | 92 U 238,03 6,5,4,3 Urânio | 93 Np 237 6,5,4,3 Neptúlio | 94 Pu 242 6,5,4,3 Plutônio | 95 Am 243 6,5,4,3 Amérvio | 96 Cm 247 6,5,4,3 Cúrio | 97 Bk 247 4,3 Berquélio | 98 Cf 251 3 Califórnia | 99 Es 254 3 Einsténio | 100 Fm 253 3 Férmio | 101 Md 258 3 Mendelevio | 102 No 259 3 Nobelio | 103 Lw 262 3 Lawrêncio | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

CHAVE

NUMERO ATÔMICO: 7

MASSA ATÔMICA: 14,0067 ± 3,5,4,2

PONTO DE EBULIÇÃO °C: -195,8 -210

PONTO DE FUSÃO °C: 0,81

DENSIDADE (g/ml): 1,25

ESTADOS DE OXIDAÇÃO (em negro ou mais estável): -3, -2, -1

SÍMBOLO: N







NOME: Nitrogênio

ESTRUTURA ELETRÔNICA: [He] 2s² 2p³

| | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|---|--|--|--|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 58 Ce 140,12 3,4 Cério | 59 Pr 140,907 3,4 Praseodímio | 60 Nd 144,24 3 Neodímio | 61 Pm 147 3 Promécio | 62 Sm 150,36 3,2 Samaritônio | 63 Eu 151,96 3,2 Europio | 64 Gd 157,25 3 Gadolínio | 65 Tb 158,924 3,4 Térbio | 66 Dy 162,50 3 Dísprio | 67 Ho 164,930 3 Hólmio | 68 Er 167,26 3 Érbio | 69 Tm 168,934 3,2 Tulio | 70 Yb 173,04 3,2 Íterbio | 71 Lu 174,97 3 Lutécio |
| 90 Th 232,038 4 Tório | 91 Pa 231,04 5,4 Protactínio | 92 U 238,03 6,5,4,3 Urânio | 93 Np 237 6,5,4,3 Neptúlio | 94 Pu 242 6,5,4,3 Plutônio | 95 Am 243 6,5,4,3 Amérvio | 96 Cm 247 6,5,4,3 Cúrio | 97 Bk 247 4,3 Berquélio | 98 Cf 251 3 Califórnia | 99 Es 254 3 Einsténio | 100 Fm 253 3 Férmio | 101 Md 258 3 Mendelevio | 102 No 259 3 Nobelio | 103 Lw 262 3 Lawrêncio |

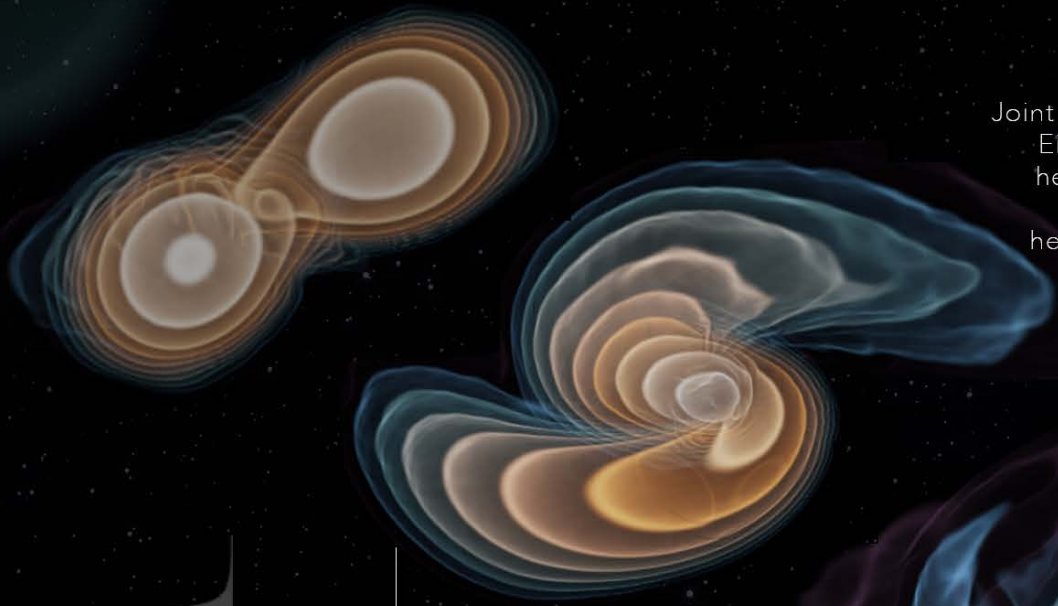
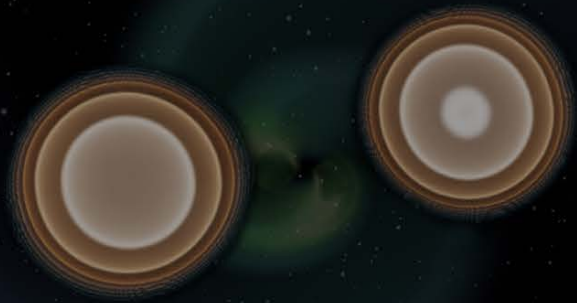
LEGENDA: Metais (Amarelo), Não-Metals (Vermelho), Artificiais (Verde), Gases e Não-Metals (Azul), Semimetals (Laranja), Líquidos (Cinza)

The Origin of the Solar System Elements

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------|---|---|----------|----------|----------|----------|--|----------|----------|----------|--|---|----------|----------|----------|----------|----------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 1 H | big bang fusion  | | | | | | | | | | cosmic ray fission  | | | | | 2 He | | | | | | |
| 3 Li | 4 Be | merging neutron stars  | | | | | | | | | | exploding massive stars  | | | | | 5 B | 6 C | 7 N | 8 O | 9 F | 10 Ne |
| 11 Na | 12 Mg | dying low mass stars  | | | | | exploding white dwarfs  | | | | | 13 Al | 14 Si | 15 P | 16 S | 17 Cl | 18 Ar | | | | | |
| 19 K | 20 Ca | 21 Sc | 22 Ti | 23 V | 24 Cr | 25 Mn | 26 Fe | 27 Co | 28 Ni | 29 Cu | 30 Zn | 31 Ga | 32 Ge | 33 As | 34 Se | 35 Br | 36 Kr | | | | | |
| 37 Rb | 38 Sr | 39 Y | 40 Zr | 41 Nb | 42 Mo | 43 Tc | 44 Ru | 45 Rh | 46 Pd | 47 Ag | 48 Cd | 49 In | 50 Sn | 51 Sb | 52 Te | 53 I | 54 Xe | | | | | |
| 55 Cs | 56 Ba | 72 Hf | 73 Ta | 74 W | 75 Re | 76 Os | 77 Ir | 78 Pt | 79 Au | 80 Hg | 81 Tl | 82 Pb | 83 Bi | 84 Po | 85 At | 86 Rn | | | | | | |
| 87 Fr | 88 Ra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 57 La | 58 Ce | 59 Pr | 60 Nd | 61 Pm | 62 Sm | 63 Eu | 64 Gd | 65 Tb | 66 Dy | 67 Ho | 68 Er | 69 Tm | 70 Yb | 71 Lu | | | | | | |
| | | 89 Ac | 90 Th | 91 Pa | 92 U | | | | | | | | | | | | | | | | | |

FIRST COSMIC EVENT OBSERVED IN GRAVITATIONAL WAVES AND LIGHT

Colliding Neutron Stars Mark New Beginning of Discoveries



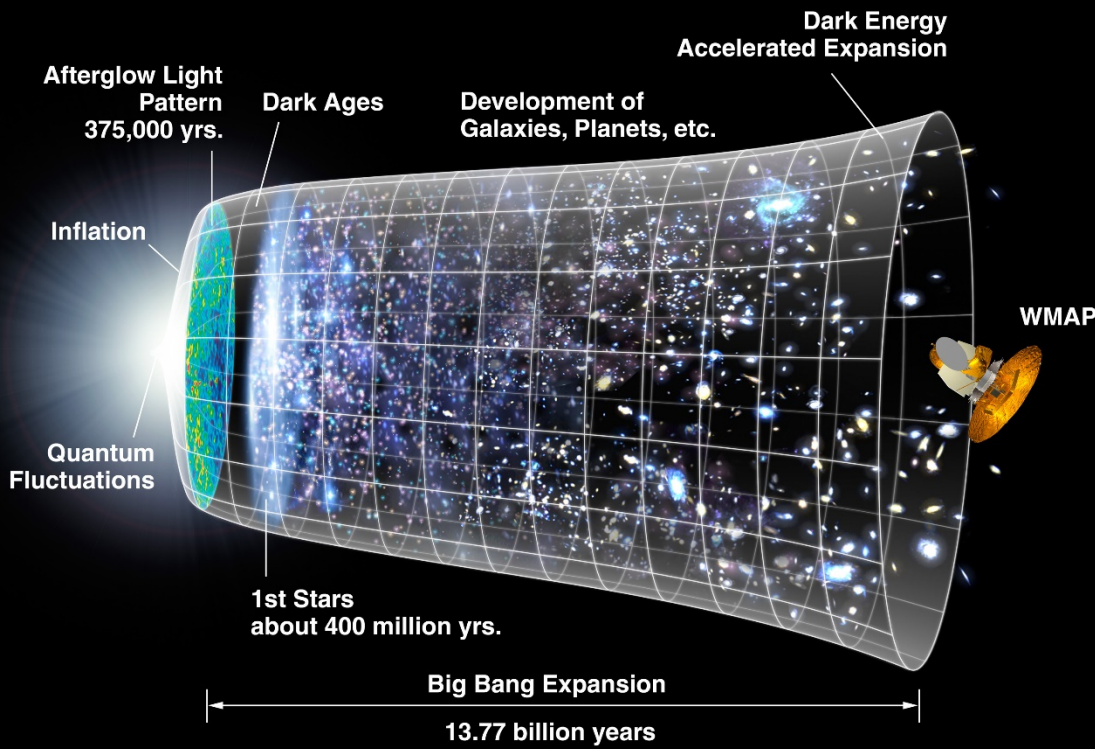
Collision creates light across the entire electromagnetic spectrum. Joint observations independently confirm Einstein's General Theory of Relativity, help measure the age of the Universe, and provide clues to the origins of heavy elements like gold and platinum

Gravitational wave lasted over 100 seconds

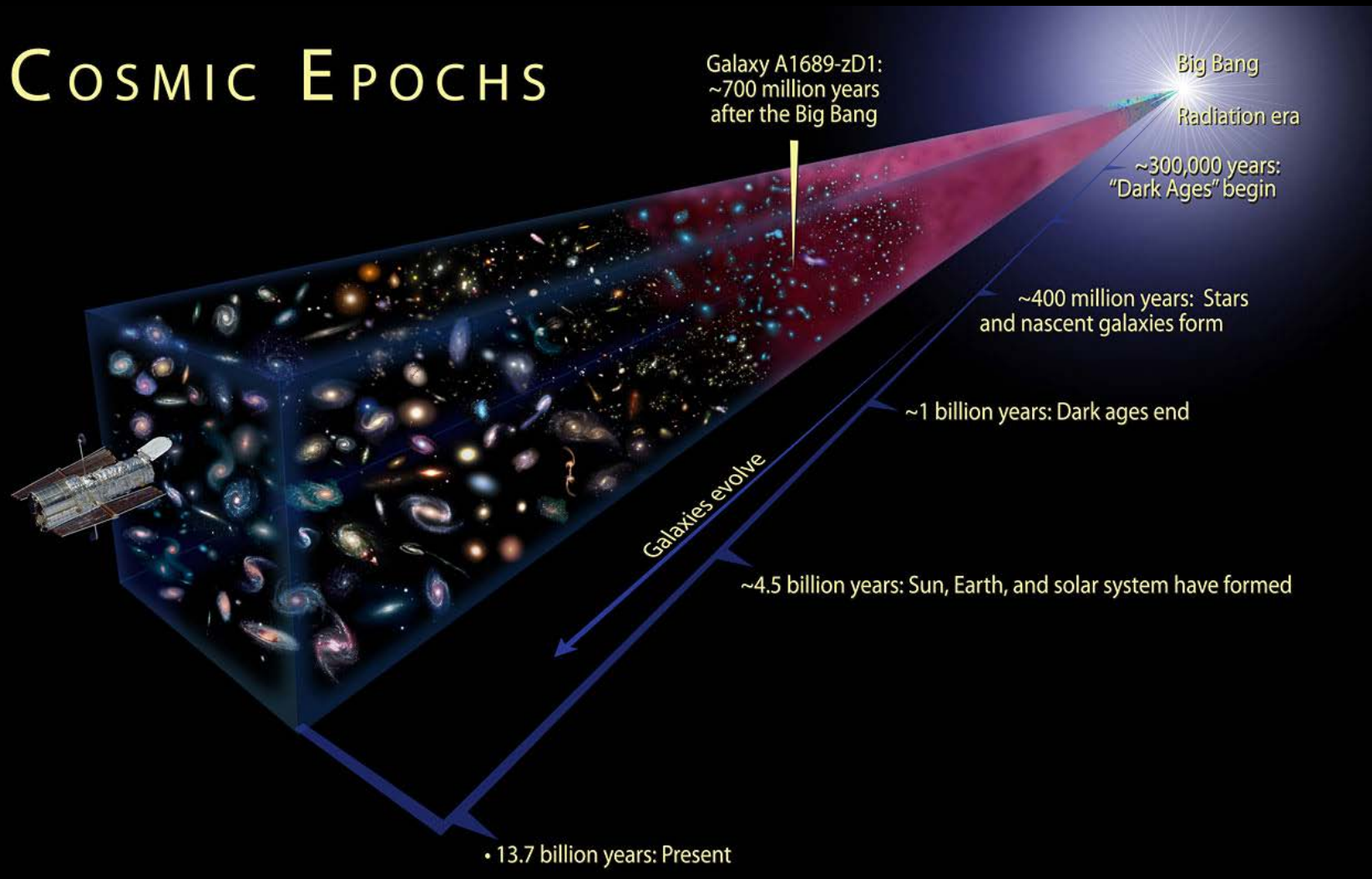
On August 17, 2017, 12:41 UTC, LIGO (US) and Virgo (Europe) detect gravitational waves from the merger of two neutron stars, each around 1.5 times the mass of our Sun. This is the first detection of spacetime ripples from neutron stars.

Within two seconds, NASA's Fermi Gamma-ray Space Telescope detects a short gamma-ray burst from a region of the sky overlapping the LIGO/Virgo position. Optical telescope observations pinpoint the origin of this signal to NGC 4993, a galaxy located 130 million light years distant.

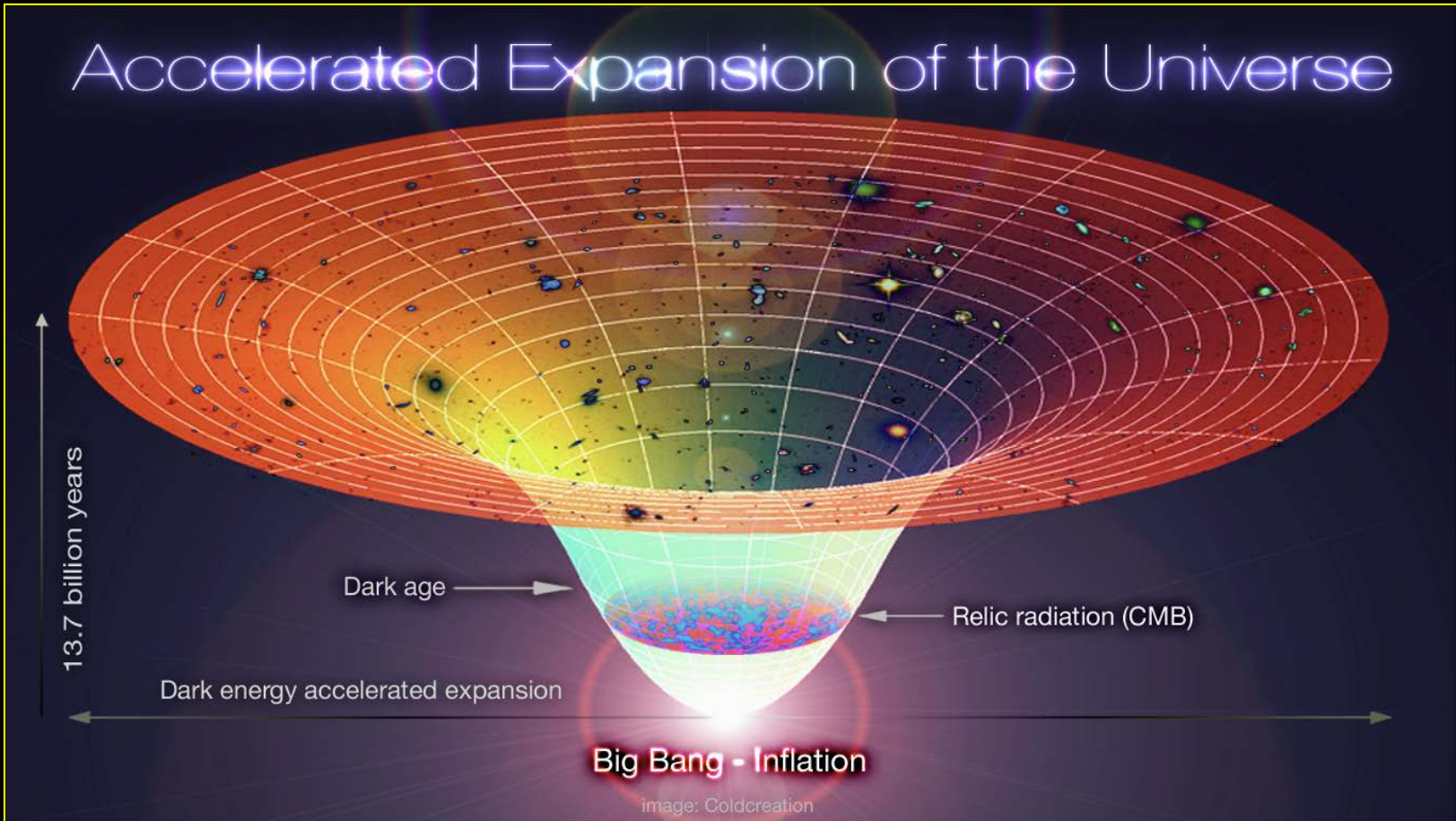
Diversidade da Vida – Evolução pré-biológica



COSMIC EPOCHS



Accelerated Expansion of the Universe



Sistema Solar – origem monofilética



- 4,6 bilhões de anos;

- Colapso gravitacional de nuvem molecular interestelar – *Nebula Solar* (>H, He, elementos mais pesados) – centro (quente) formado por matéria capturada – proto-estrela - e periferia pelo disco protoplanetário

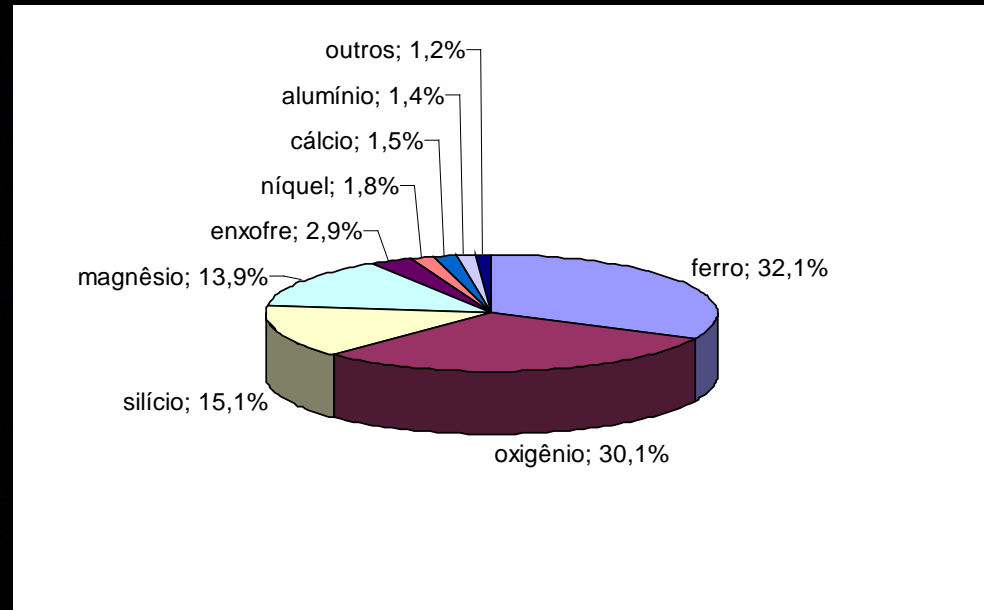
- planetas – formação por acreção de gases e poeira do disco → *planetesimais* (10 km diâmetro)

Diversidade da Vida – Evolução pré-biológica

- Planetas Telúricos (Mercúrio, Vênus, Terra e Marte) – origem comum; próximos ao Sol -> formados por componentes com alto ponto de fusão (Fe, Ni, Alumínio, Silício);
- Alta densidade; crosta e manto formados por minérios refratários, como silicatos;
- Vênus, Terra e Marte têm atmosfera e estações;
- Atividades tectônicas;

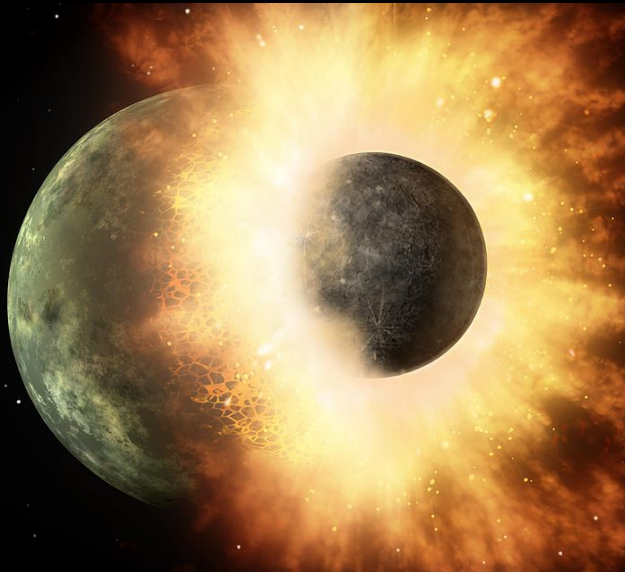


Origem da Terra – mesma nuvem de matéria que formou o Sol; os planetas foram adquirindo composições diferentes ao longo da evolução do Universo.



Origem do Sistema Solar e da Terra

- Origem do Sistema solar – 4,66 bilhões de anos
- Origem da Terra - 4,56 bilhões de anos
- Formação da Lua (colisão do planeta Theia com a Terra) - 4,5 bilhões de anos
- Carbono biogênico – 4,1 bilhões de anos (Bell *et al.*, 2015)
- Formação da atmosfera (esfriamento da Terra) – 4,0 bilhões de anos
- Mais antigo registro fóssil (quimiofóssil) – 3,8 bilhões de anos
- Mais antigo registro de vida: microfósseis – 3,5 bilhões de anos



Colisão de Theia com a Terra, arrancando um pedaço da Terra que formou a Lua

ARTICLE

doi:10.1038/nature21377

Evidence for early life in Earth's oldest hydrothermal vent precipitates

Matthew S. Dodd^{1,2}, Dominic Papineau^{1,2}, Tor Grenne³, John F. Slack⁴, Martin Rittner², Franco Pirajno⁵, Jonathan O'Neil⁶ & Crispin T. S. Little⁷

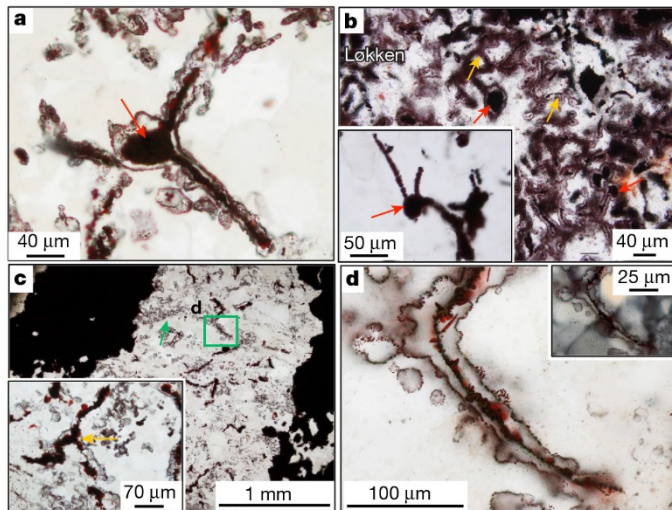


Figure 1 | Transmitted light images of haematite filaments from the NSB and Løkken jaspers. **a**, Filaments from the NSB attached to a terminal knob (arrow) coated with nanoscopic haematite. **b**, Filaments from the Løkken jaspers coated with nanoscopic haematite and attached to terminal knobs (red arrows) and branching (orange arrows). Inset, multiple filaments attached to a terminal knob. **c**, Filaments from the NSB in quartz band with haematite rosettes (green arrow). Inset, branching filament (orange arrow). Green box defines **d**. **d**, Filament from the NSB enveloped in haematite (inset, same image in cross polars).

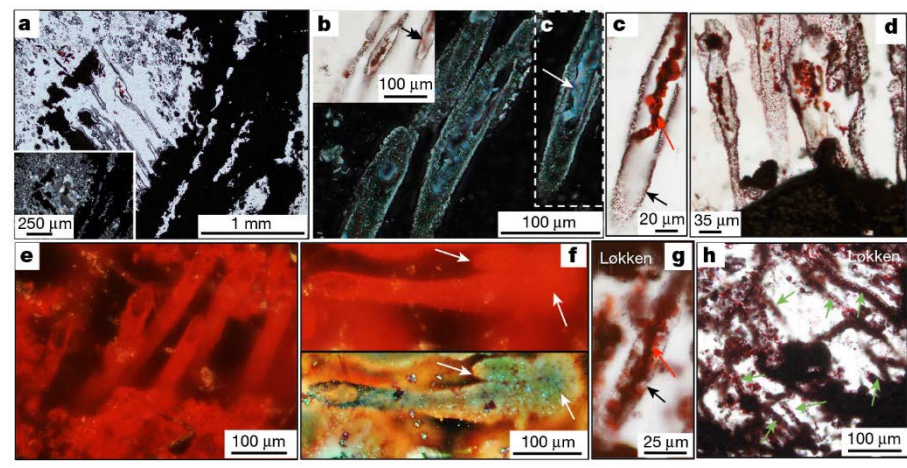
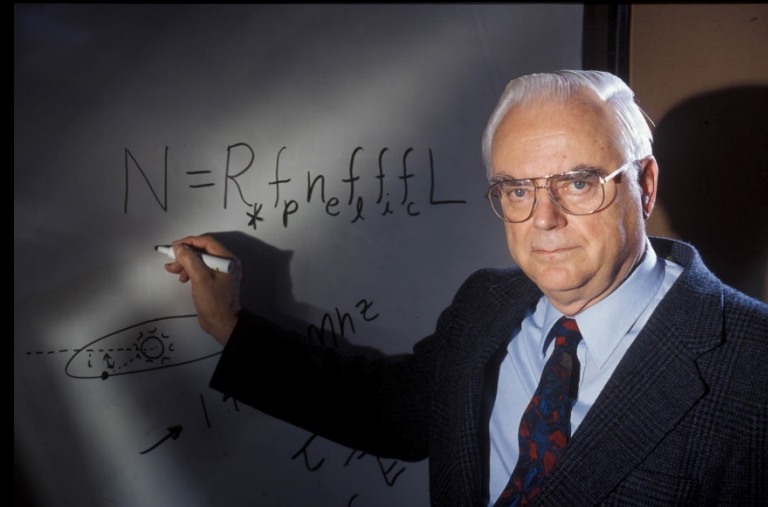
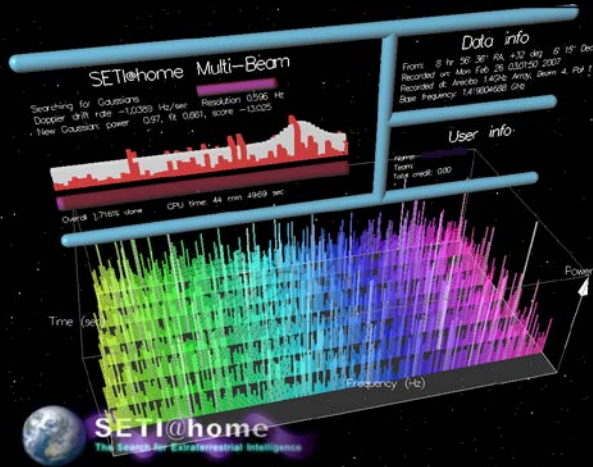


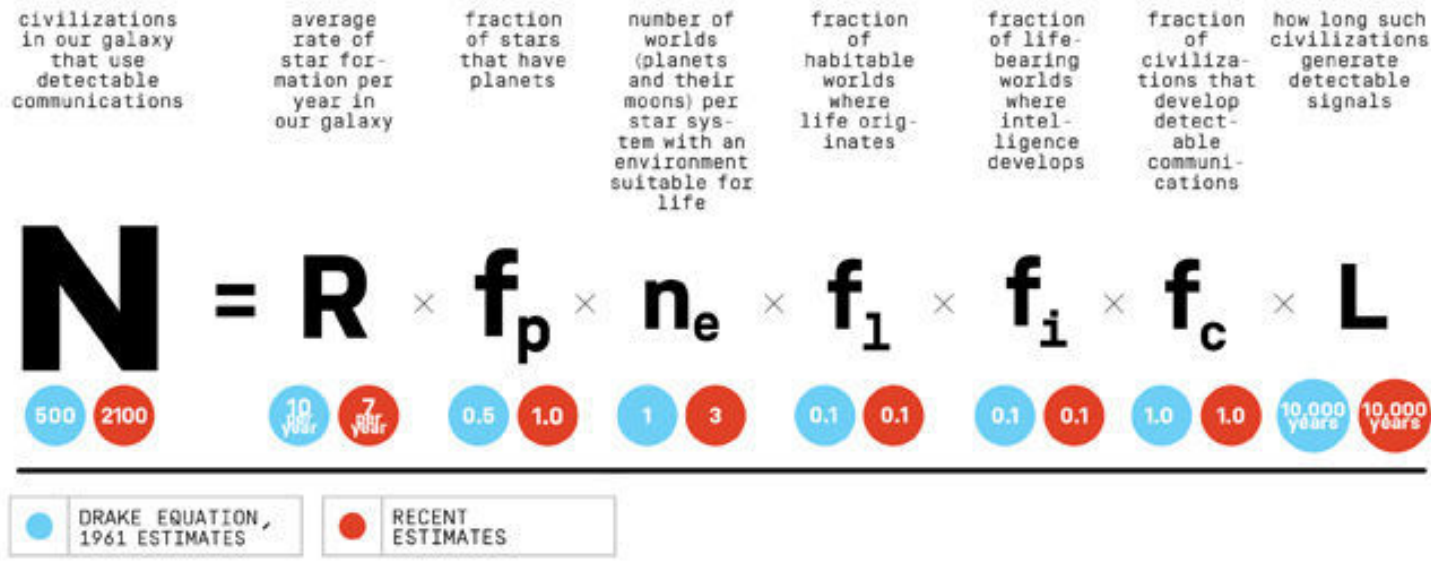
Figure 2 | Transmitted light images of haematite tubes in the NSB and Løkken jaspers. **a–f**, Tubes from the NSB. **a**, Tubes associated with iron oxide band. **b**, Depth reconstruction of tubes with haematite filament (arrow). Inset, image of tubes at the surface. **c**, Tube showing a twisted filament (red arrow) and walls (black arrow). **d**, Strongly deformed tubes. **e**, Depth reconstruction of tubes. **f**, Two tubes attached to terminal knob (arrows); lower image taken in false colour. **g, h**, Tubes from the Løkken jaspers. **g**, Tube showing filament (red arrow) and walls (black arrow). **h**, Aligned tubes (green arrows).

- 3,770 b.a. (talvez 4,28 b.a.)! – rochas ferruginosas sedimentares - Canadá

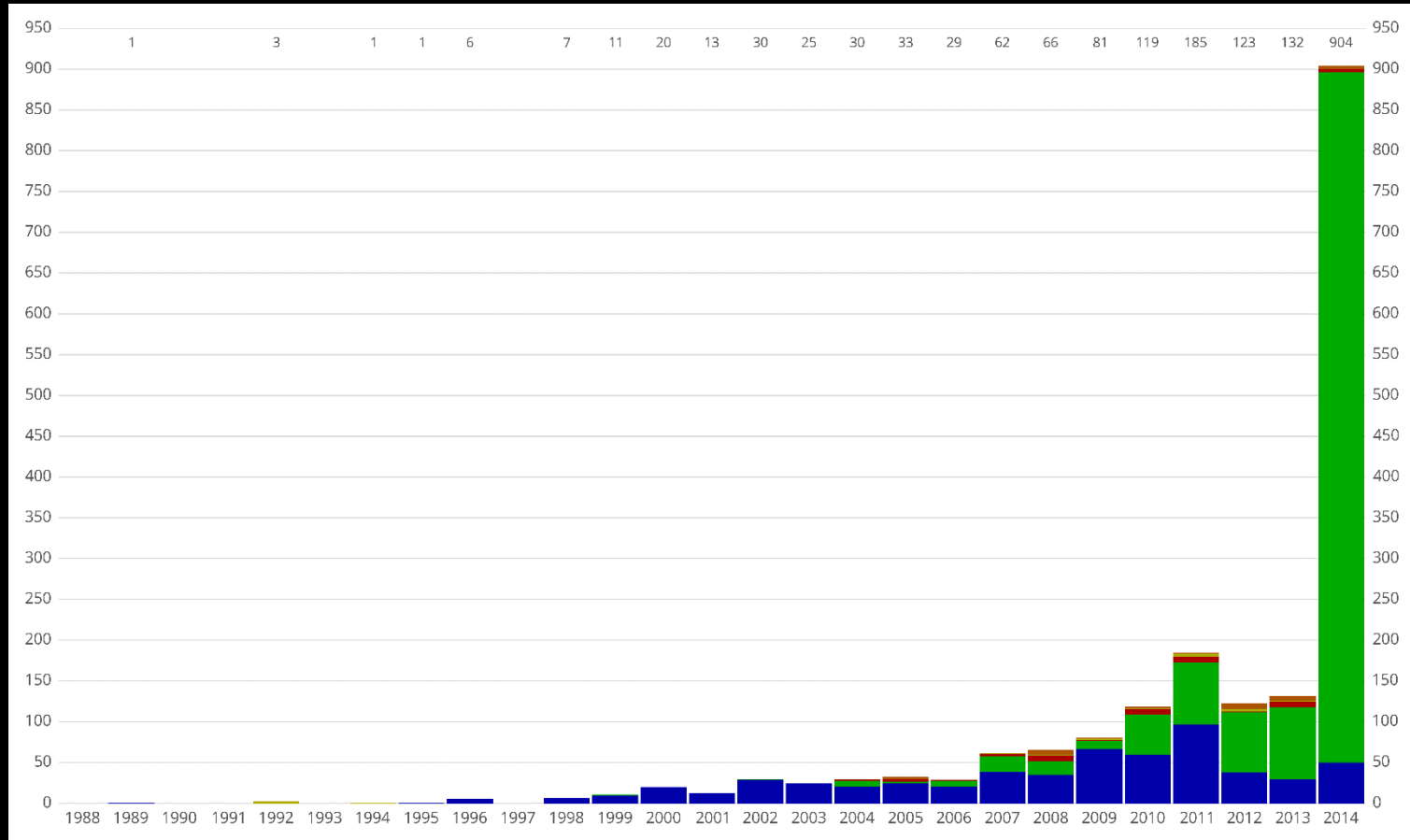
Existe vida extraterrestre?



Frank Drake (1930-), astrônomo estadunidense
SETI - Search for Extraterrestrial Intelligence



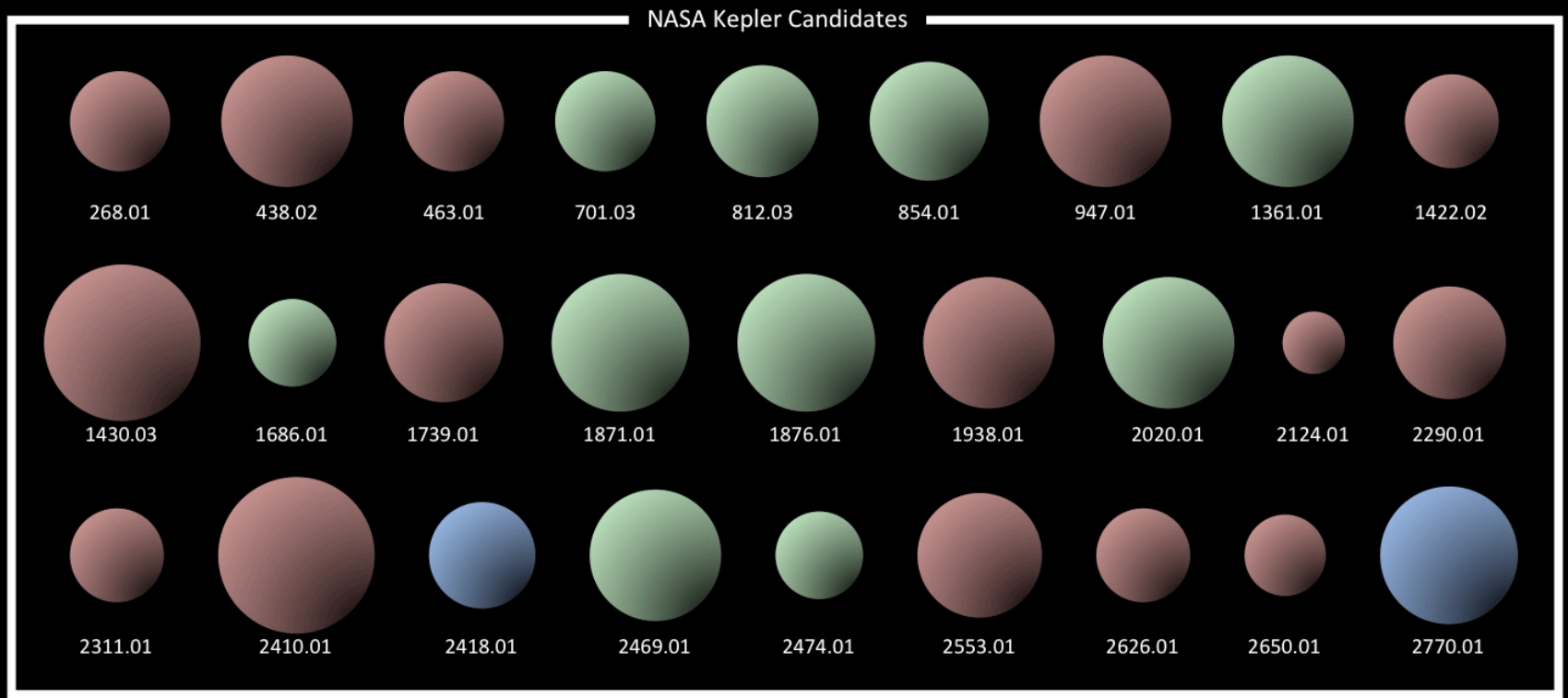
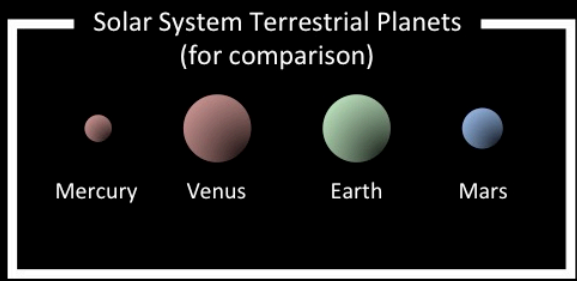
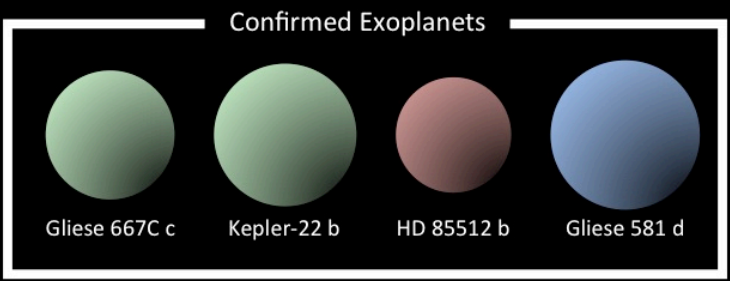
Diversidade da Vida – Evolução pré-biológica



Número de descobertas de planetas extrassolares (exoplanetas) por ano.

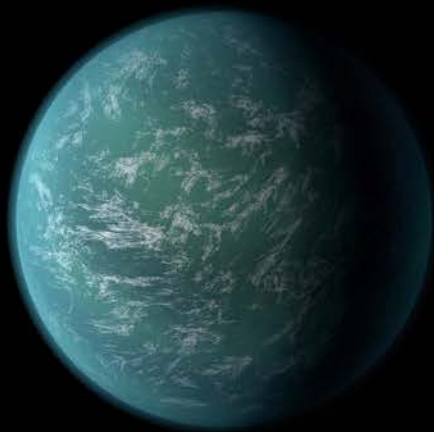
Potential Habitable Exoplanets

(4 confirmed and 27 unconfirmed NASA Kepler Candidates)



Diversidade da Vida – Evolução pré-biológica

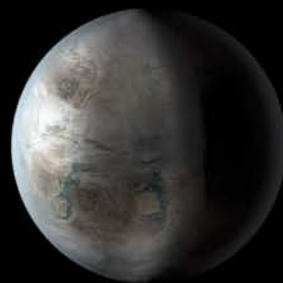
Kepler-22b



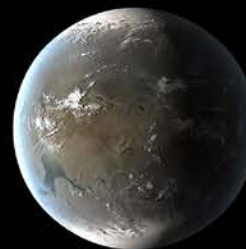
Kepler-69c



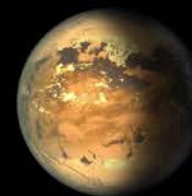
Kepler-452b



Kepler-62f

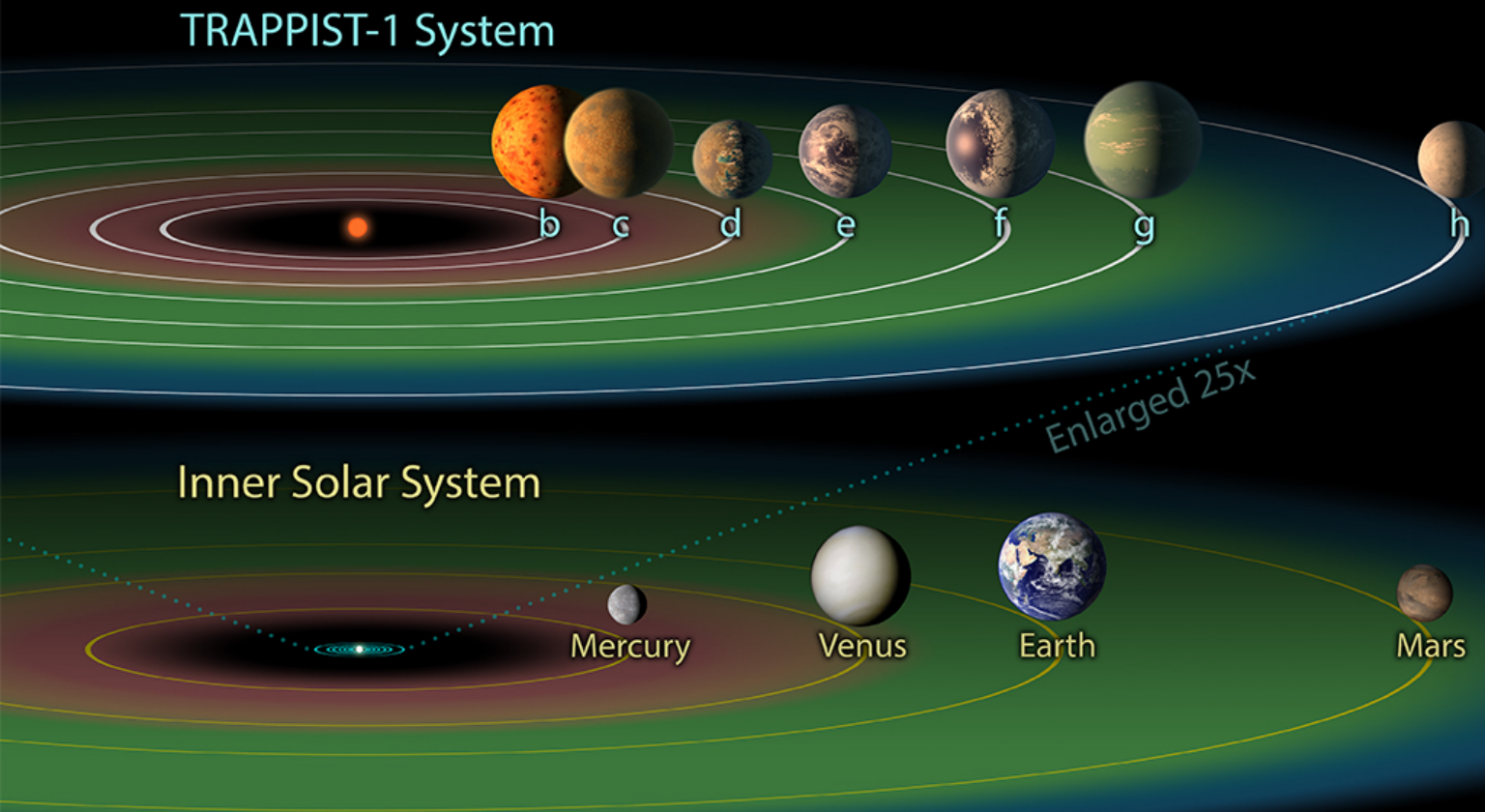


Kepler-186f



Earth

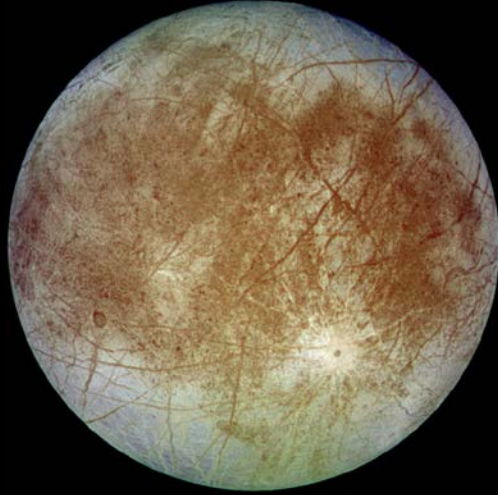




Illustration

Trappist-1 system (2017): estrela anã vermelha fria (estrela anã superfria), localizada a 39 anos-luz do Sol, na constelação de Aquário.

Satélites de gelo e água



Europa (Júpiter)



Encélado (Saturno)

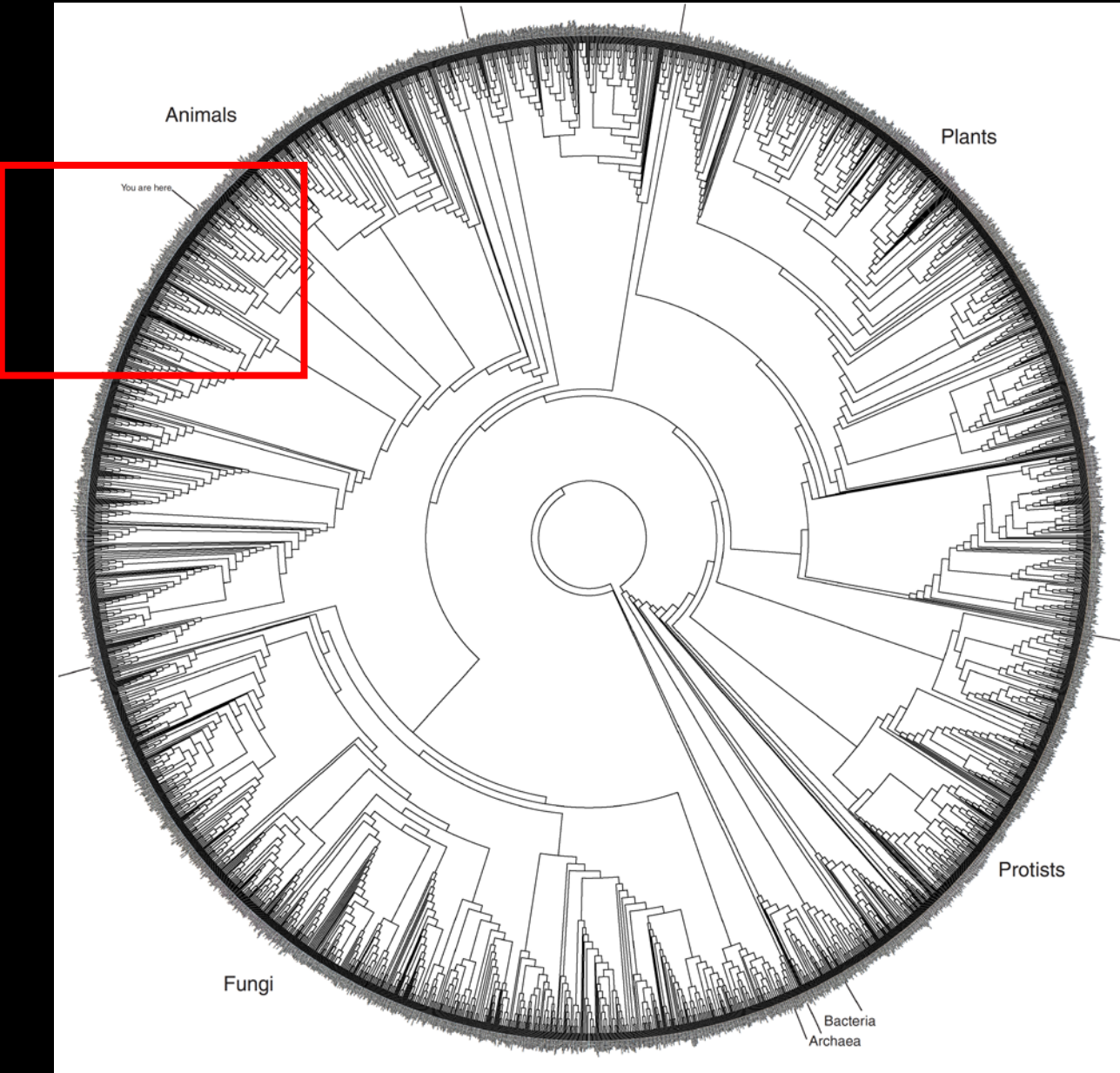


Ganímedes (Júpiter)

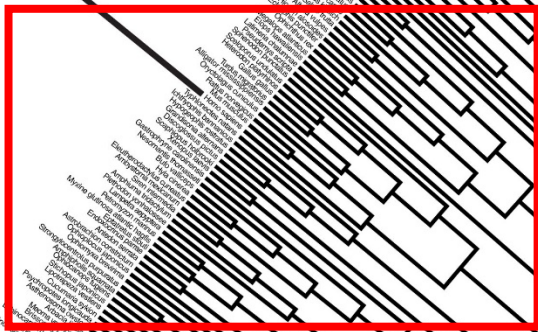


Calisto (Júpiter)

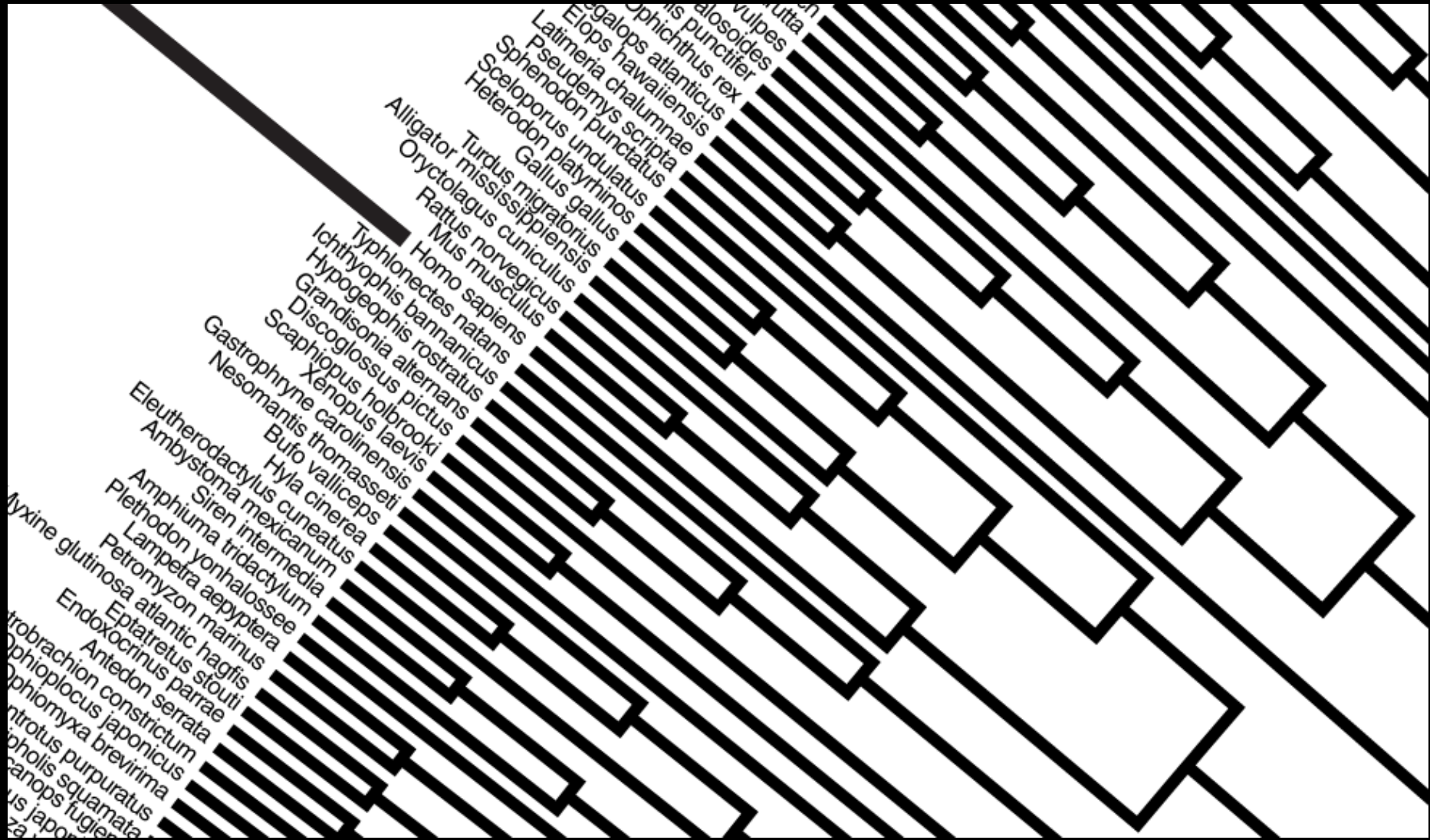
Diversidade da Vida – Diversidade Biológica



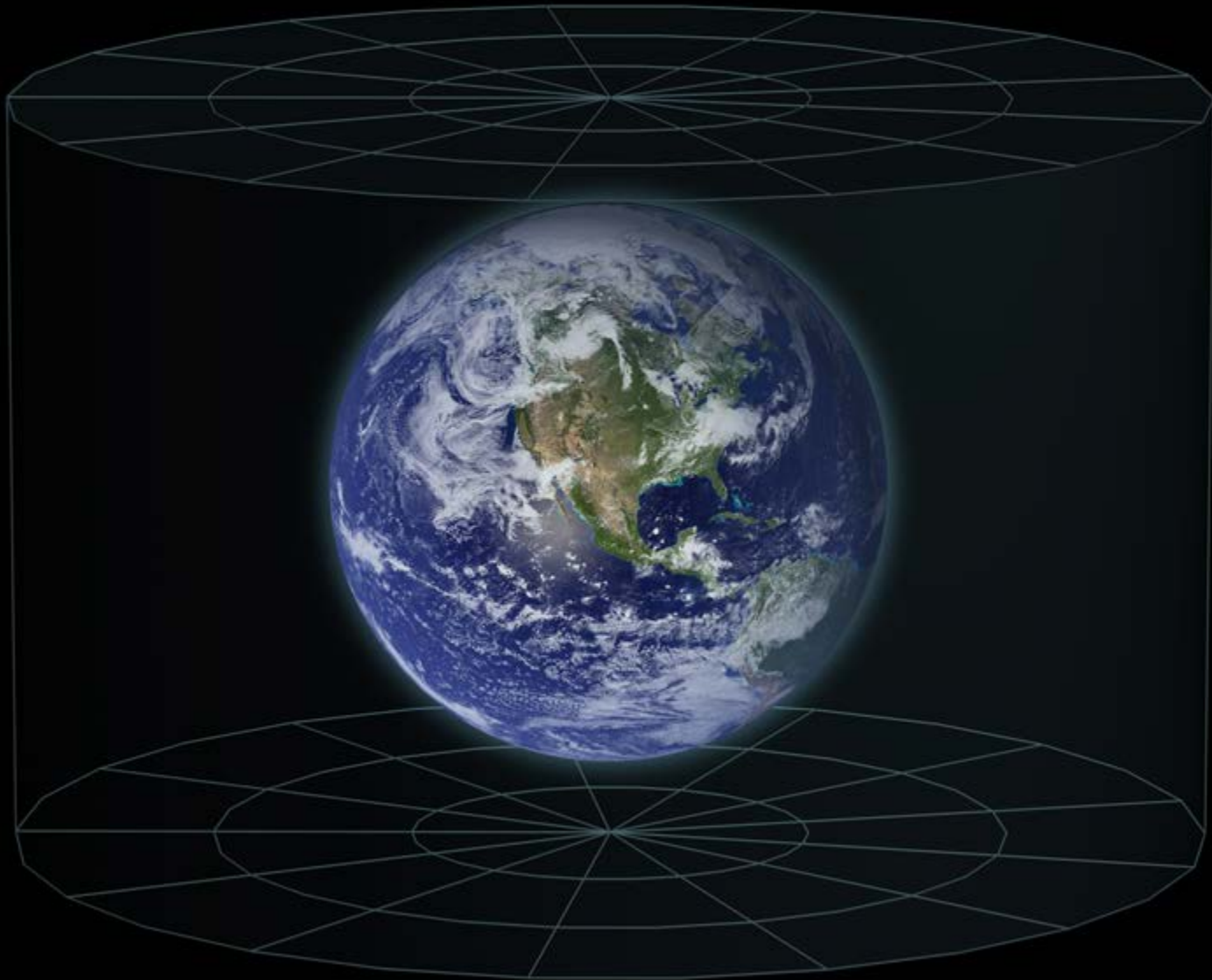
You are here



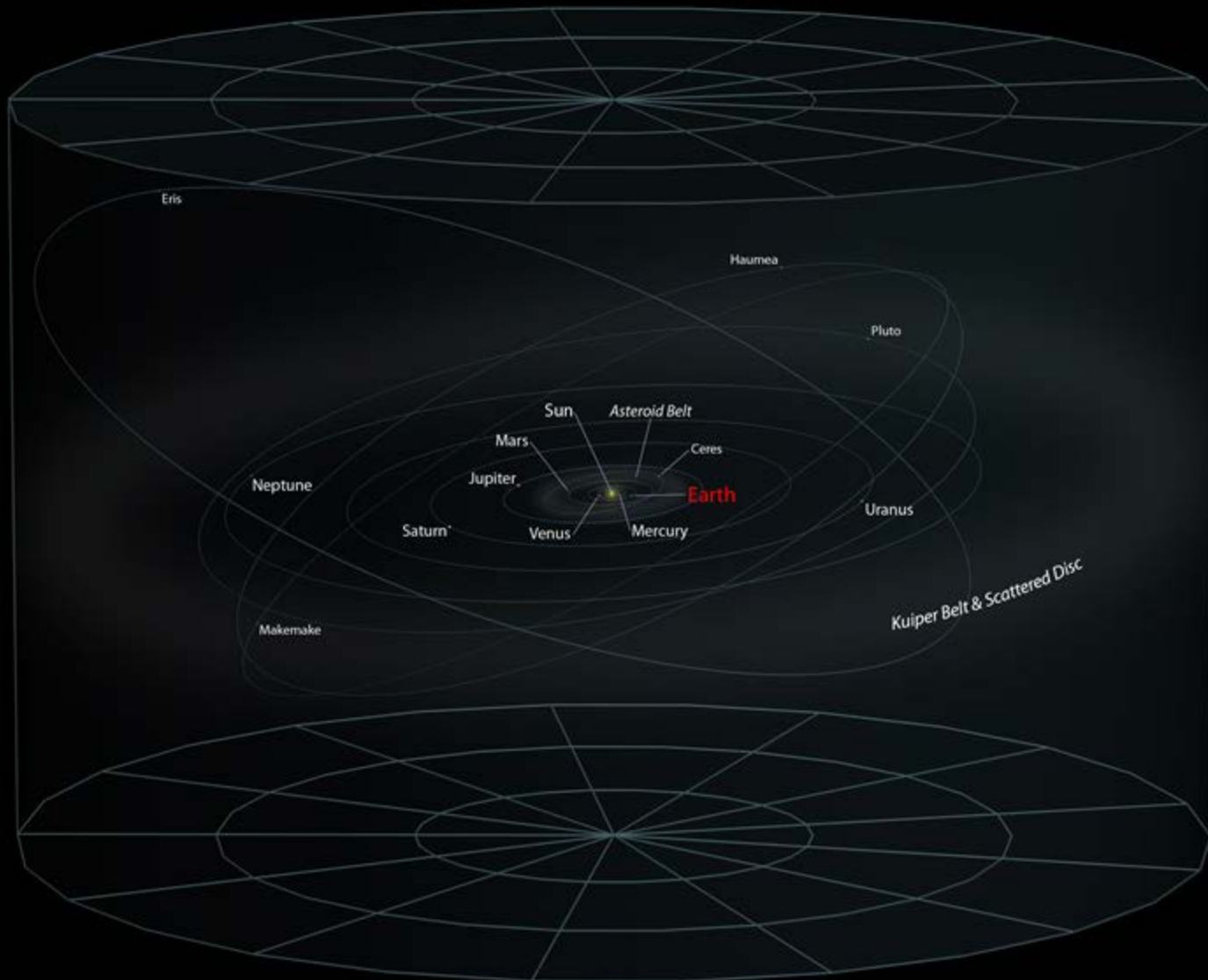
Diversidade da Vida – Diversidade Biológica



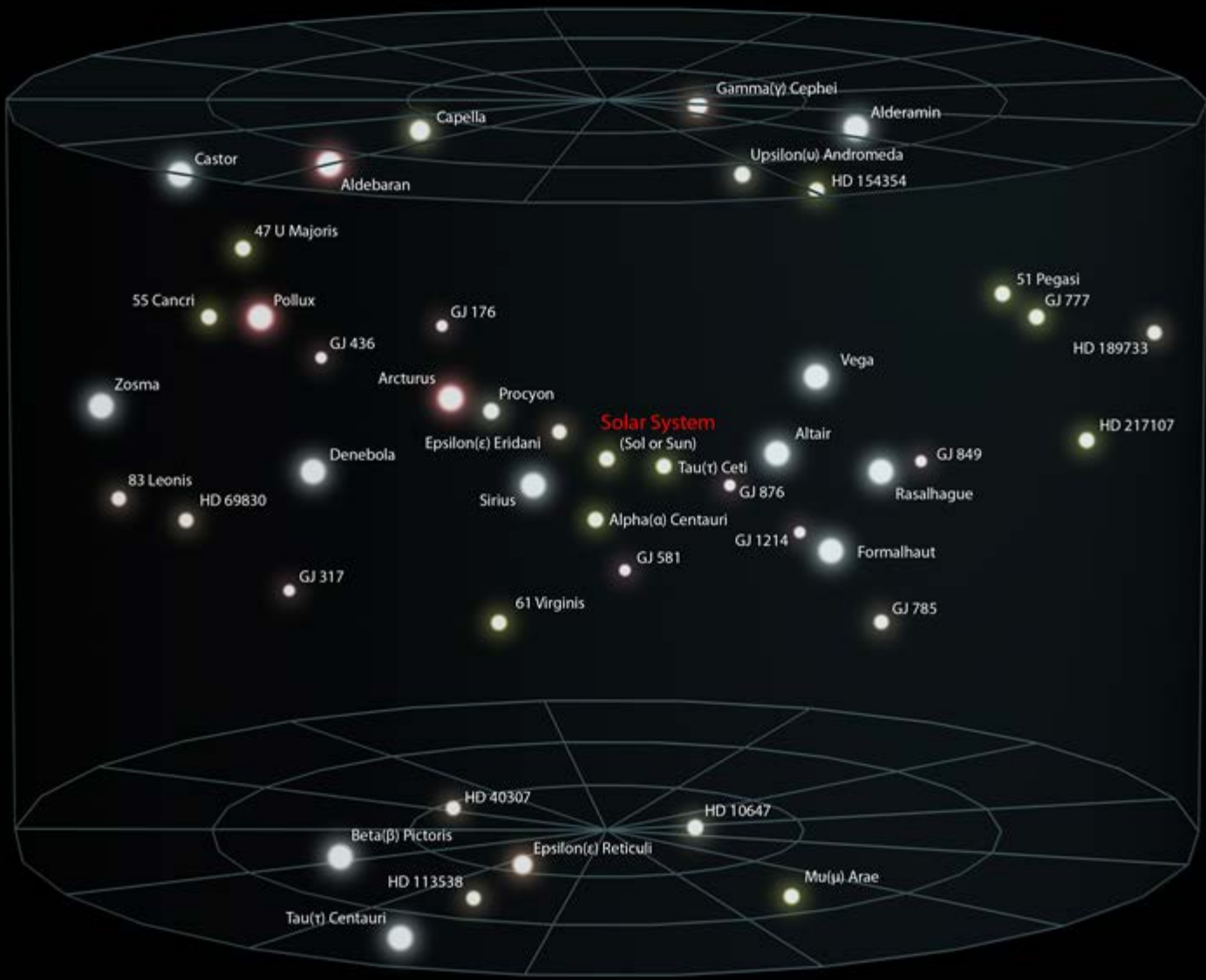
Earth



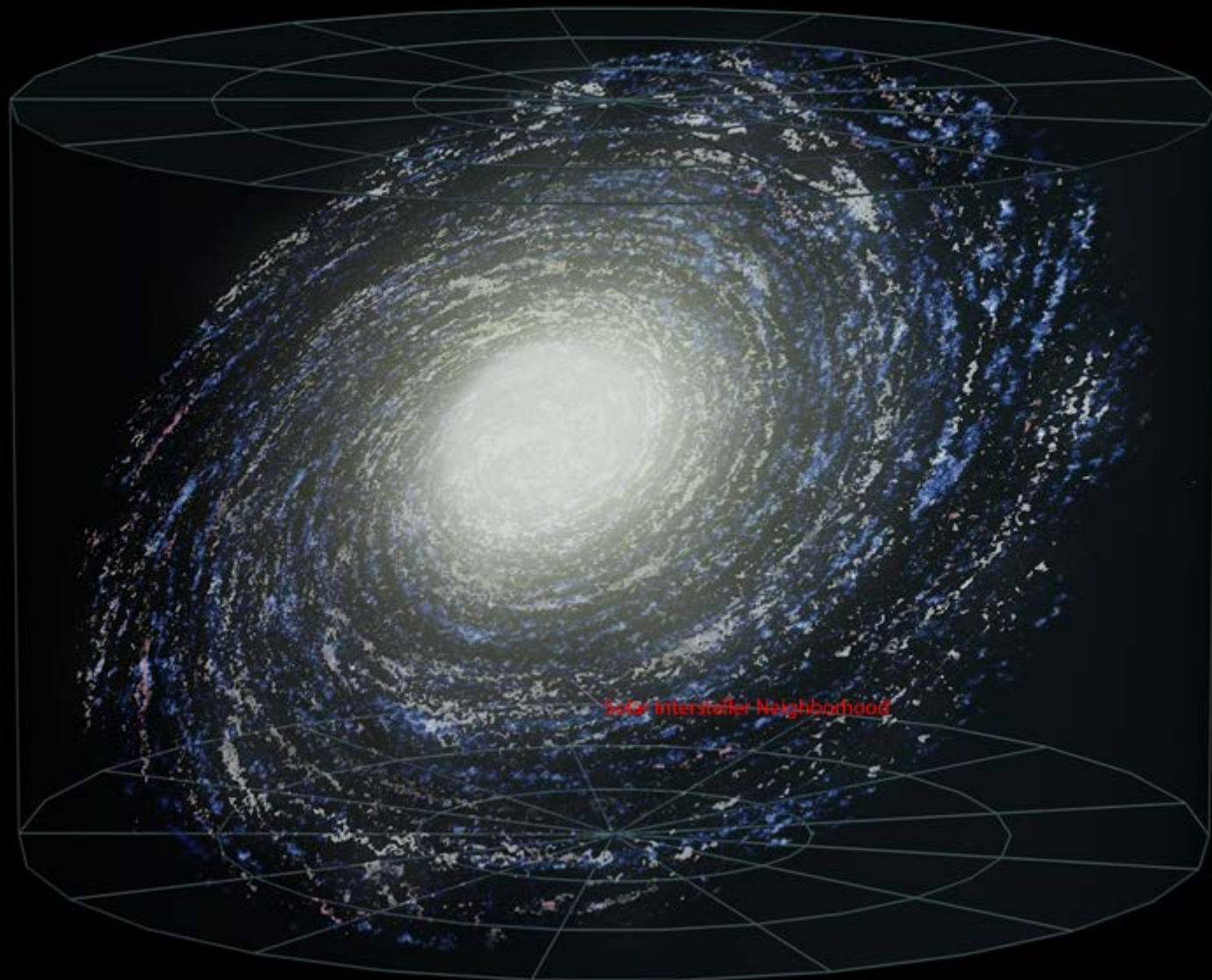
Solar System



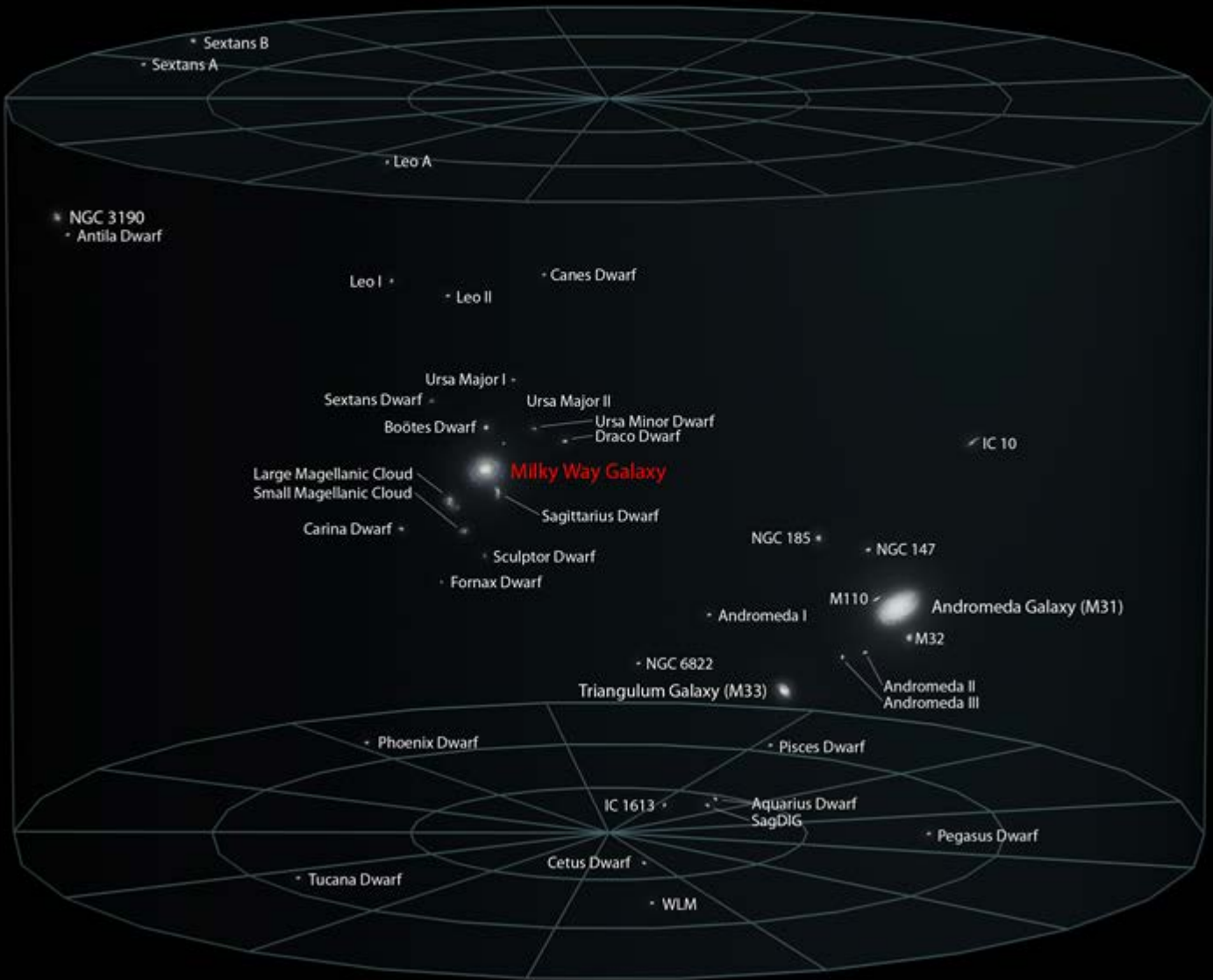
Solar Interstellar Neighborhood



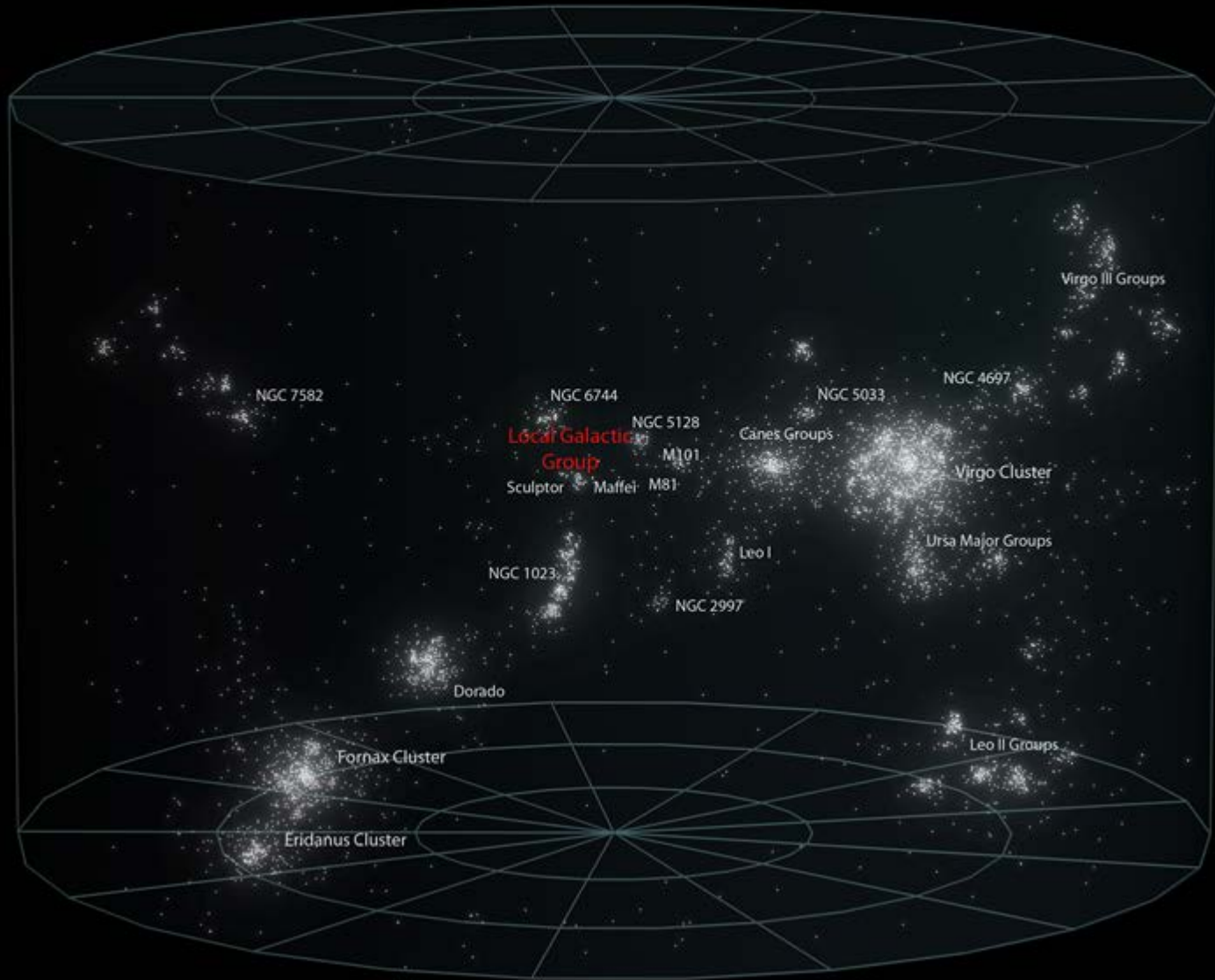
Milky Way Galaxy



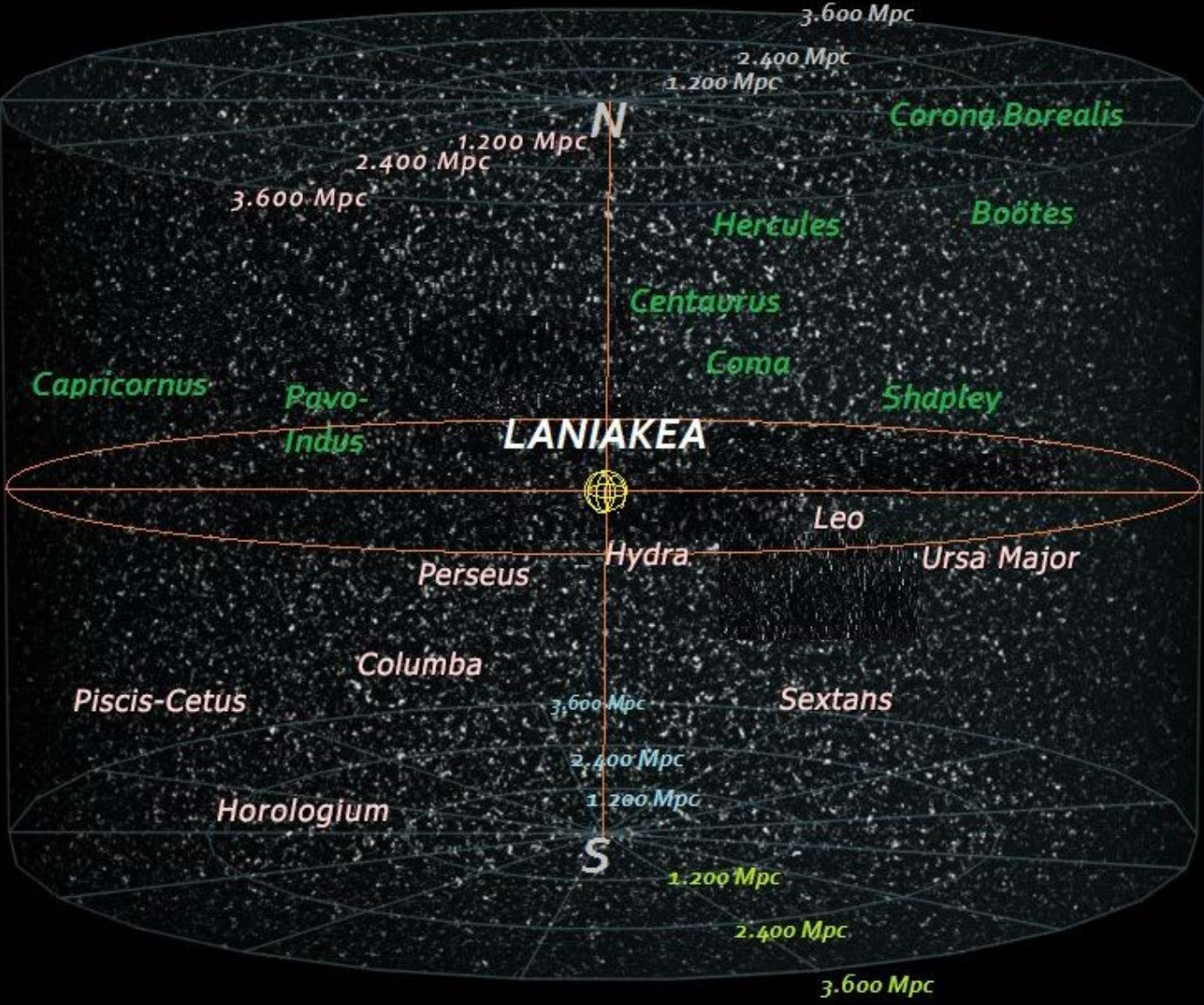
Local Galactic Group



Virgo Supercluster



Superaglomerado de Laniakea (2014) (100 mil galáxias, 520 milhões anos luz de diâmetro)



LETTER

doi:10.1038/nature13674

The Laniakea supercluster of galaxies

R. Brent Tully¹, H el ene Courtois², Yehuda Hoffman³ & Daniel Pomar ede⁴

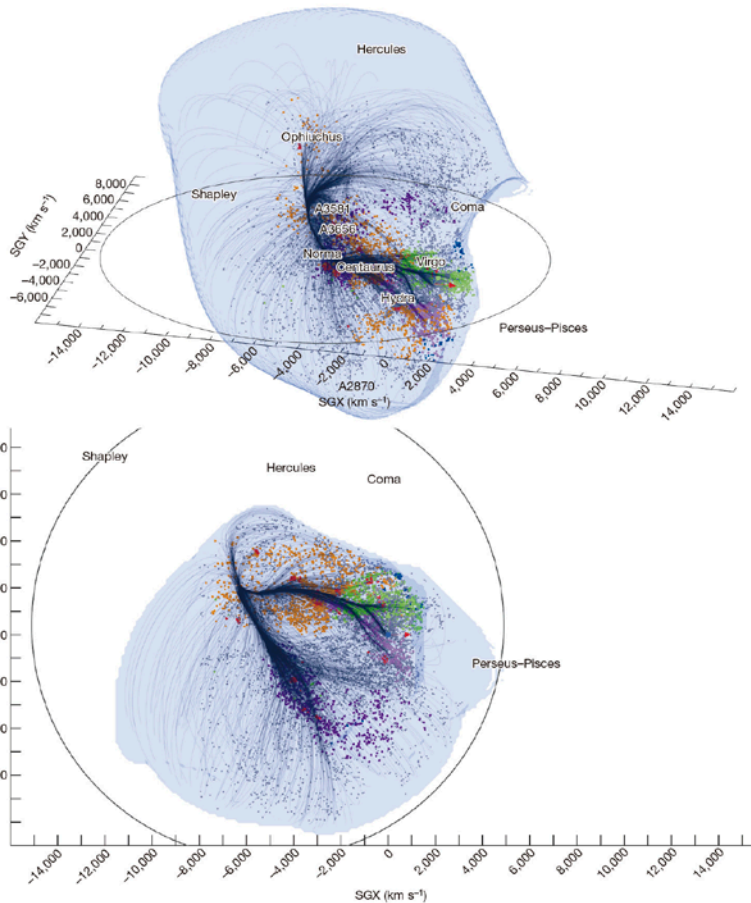
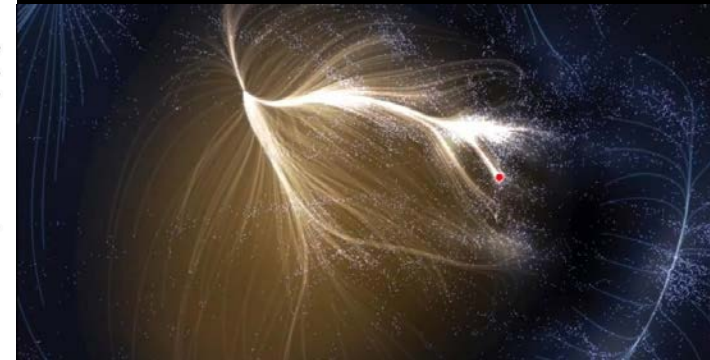
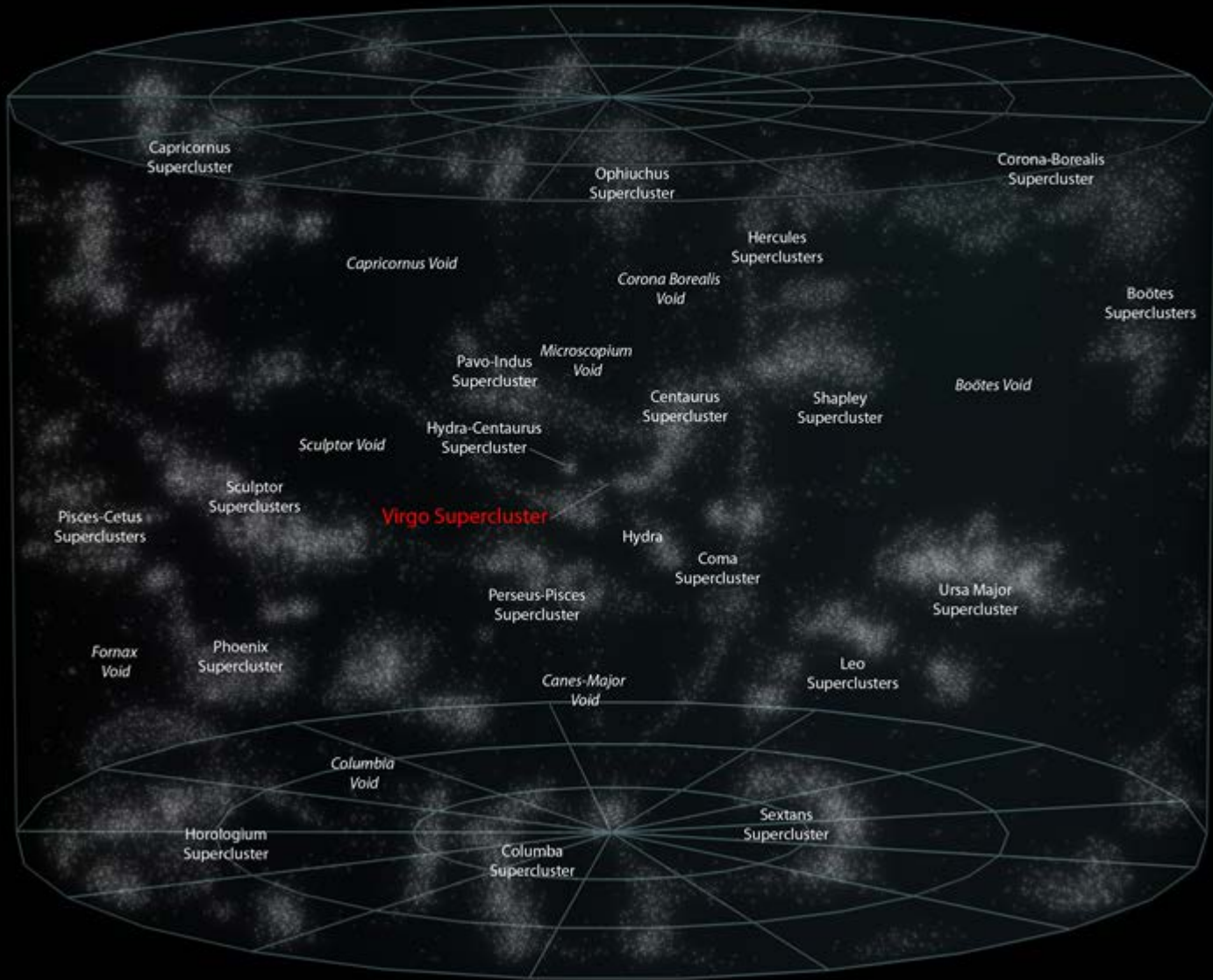


Figure 1 | Two views of the Laniakea supercluster. The outer surface (blue) demarcates the limits of local velocity flows. The plot is in supergalactic coordinates with axes SGX and SGY shown in the plane at SGZ = 0. Our Milky Way galaxy is at the origin. Units of 1,000 km s⁻¹ in velocity correspond to roughly 13.3 Mpc. Velocity streamlines are shown in black and terminate in the vicinity of the Norma cluster. Individual galaxies from a redshift catalogue are given colours to distinguish major components within the Laniakea supercluster: the historical Local supercluster in green, the Great Attractor region in orange, the Pavo-Indus filament in purple, and structures including the Antlia wall and Fornax-Eridanus cloud in magenta. Several major entities are named. Norma, Hydra, Centaurus, Virgo, Ophiuchus, A2870, A3581 and A3656 are individual clusters of galaxies embedded within the Laniakea supercluster. Shapley, Hercules, Coma and Perseus-Pisces are complexes of galaxies outside Laniakea. The outer black circle defines the domain used to separate between local and tidal flows. The panels provide two perspectives of the same scene.

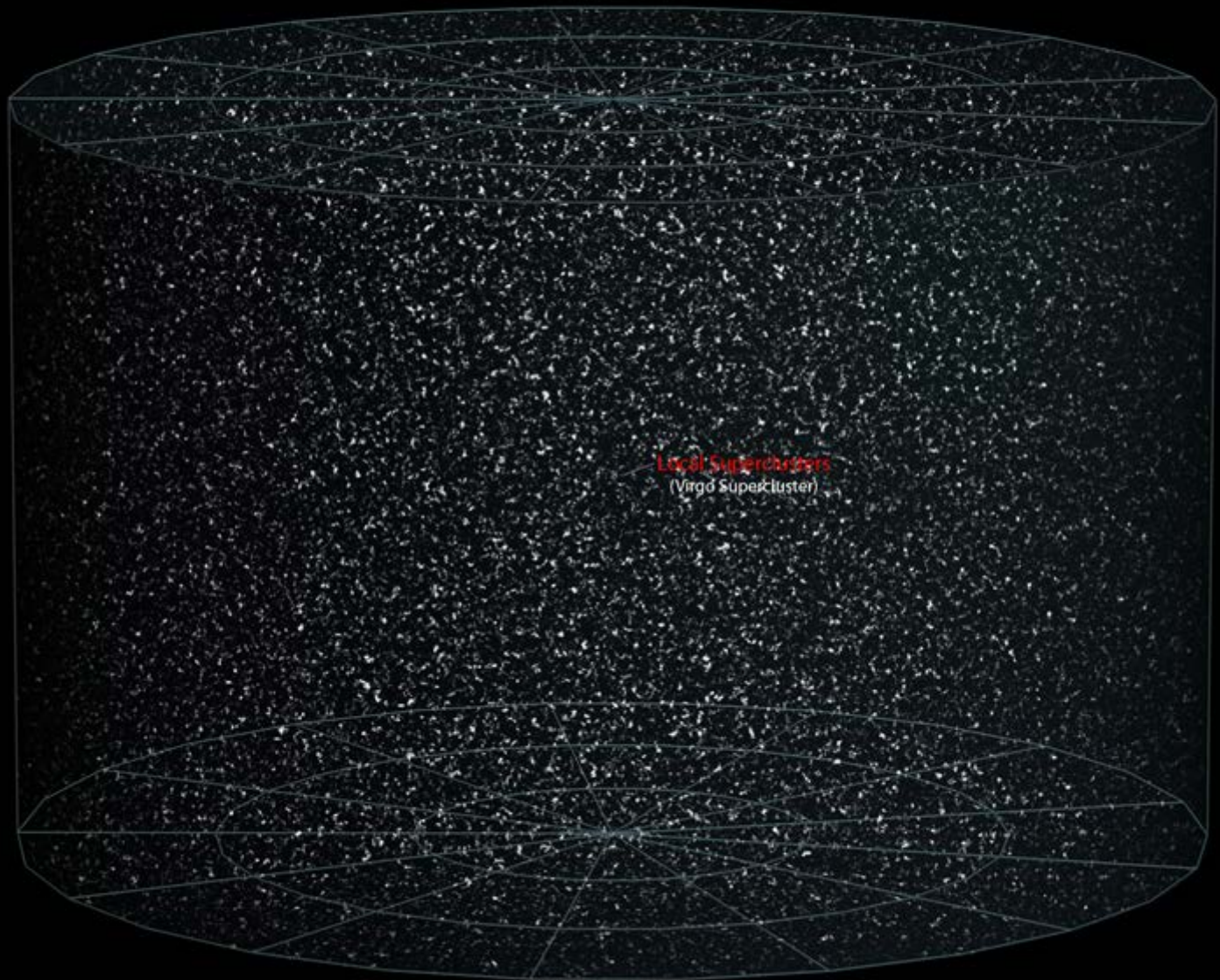


<https://www.youtube.com/watch?v=rENyyRwxpHo>

Local Superclusters



Observable Universe



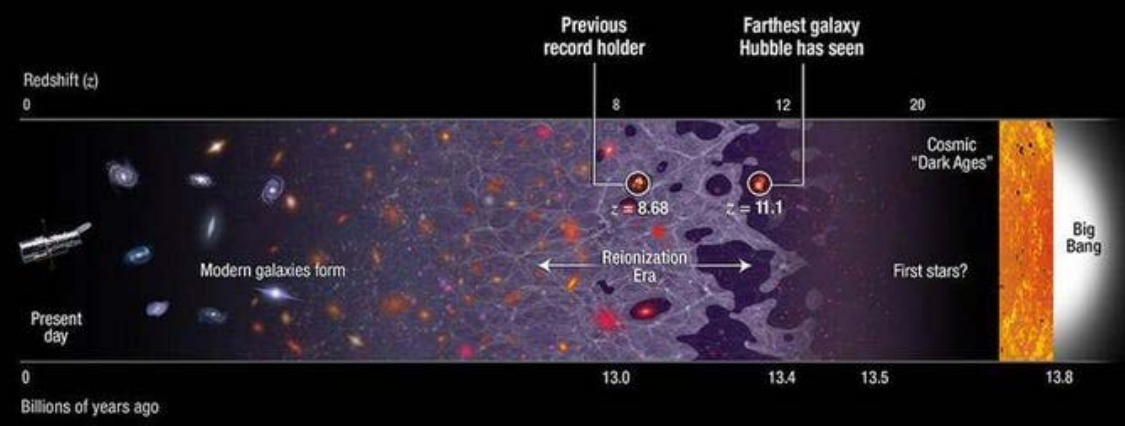
Diversidade da Vida – Evolução pré-biológica



Telescópio Hubble (1990-)

547 km acima da superfície da Terra, 15 órbitas por dia

Hubble spectroscopically confirms farthest galaxy to date





Rover ou astromóvel
“Curiosity” (2011-) - Marte



Imagem topográfica de Nirgal Vallis. ESA/DLR/FU
Berlim, CC BY-SA 3.0 IGO

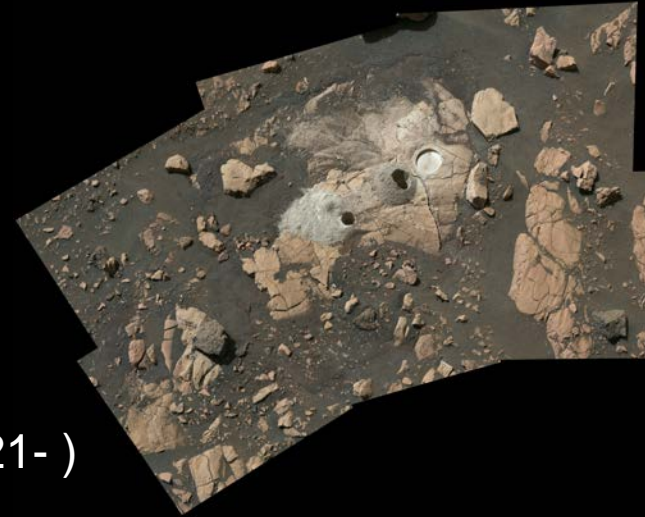


Seixos em Marte moldados por antigos rios com
muitos km de extensão

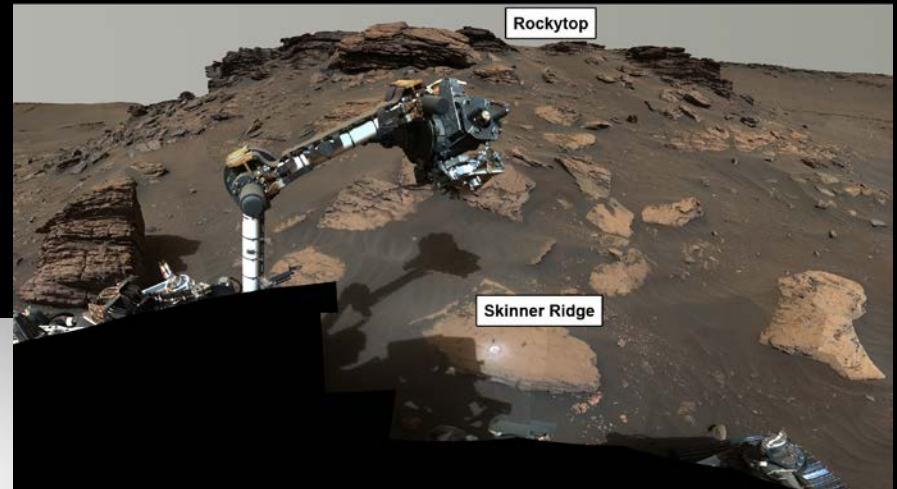
Diversidade da Vida – Evolução pré-biológica



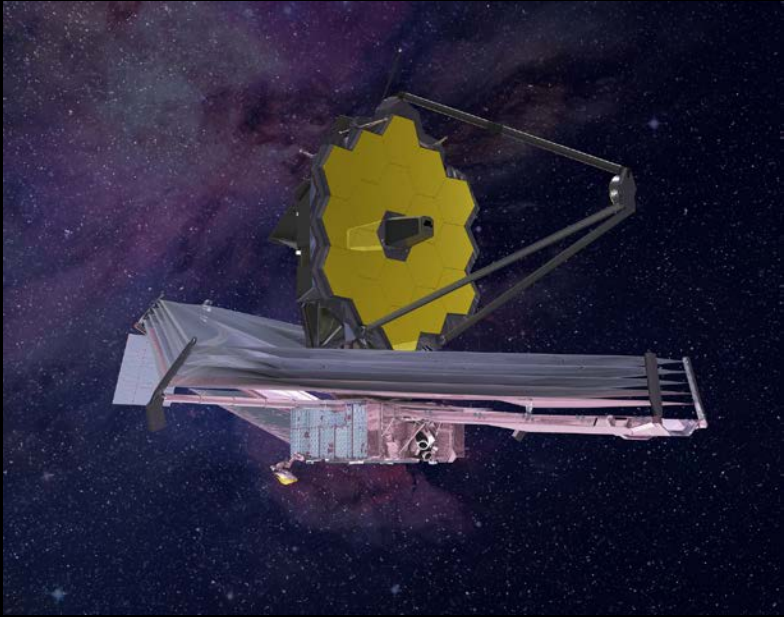
Drone “Ingenuity” (2021-)



Rover ou astromóvel
“Perseverance” (2021-)



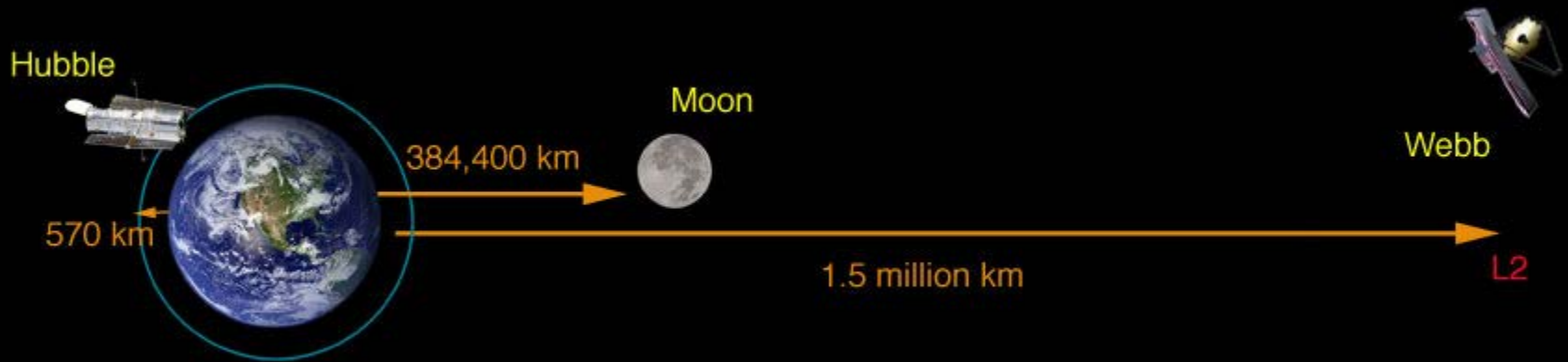
Diversidade da Vida – Evolução pré-biológica



Telescópio Espacial James Webb – NASA (dez, 2021-)



Estrela 2MASS J17554042+6551277 da Via Láctea, ca. 2.000 anos-luz de distância (primeira imagem em foco; 16 de março de 2022)

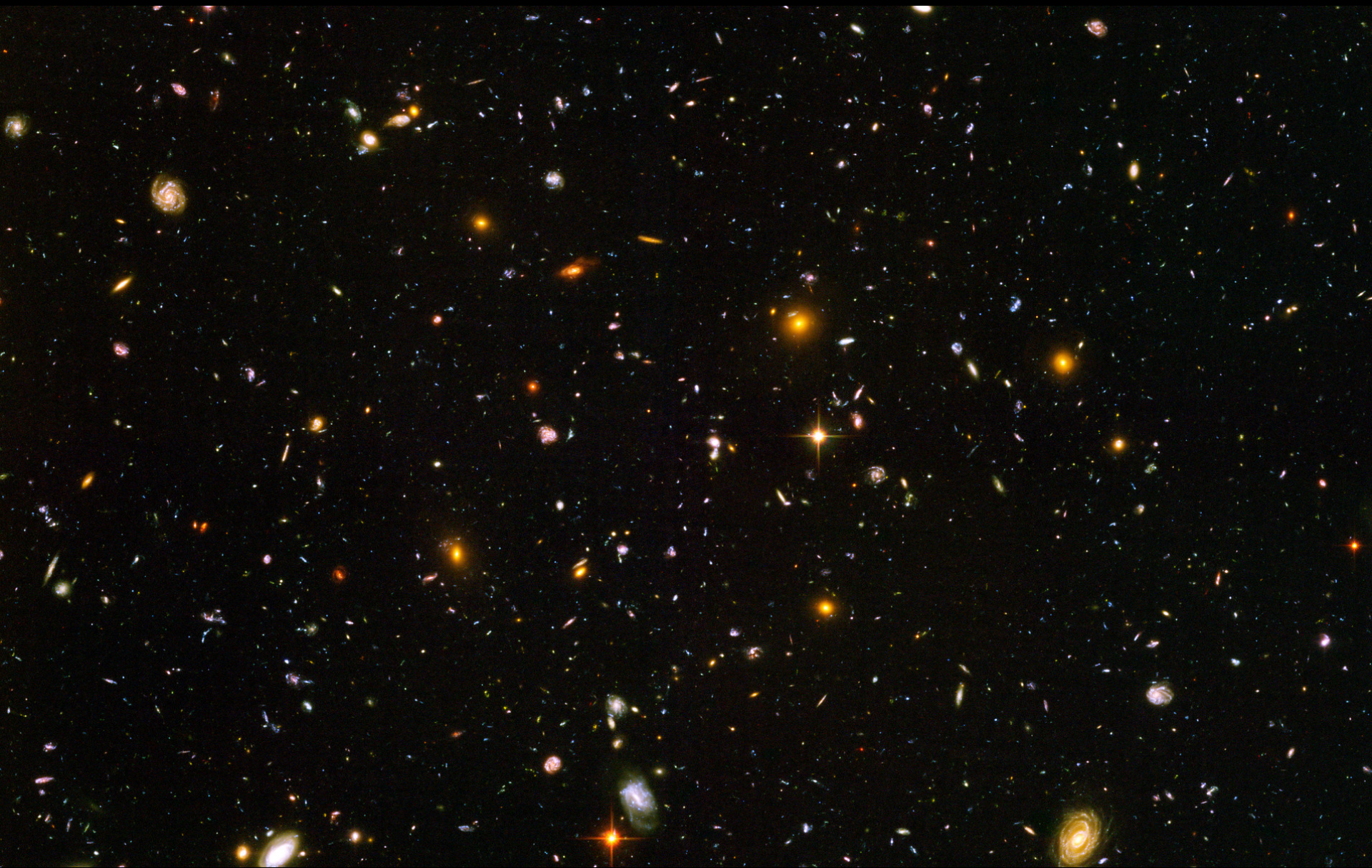




Os Pilares da Criação de Webb (Imagem NIRCam)



A estrela brilhante no centro de NGC 3132, Southern Nebula Ring, embora proeminente quando vista pelo Telescópio Webb da NASA em luz infravermelha próxima, desempenha um papel de apoio na escultura da nebulosa circundante. Uma segunda estrela, pouco visível no canto inferior esquerdo ao longo de um dos picos de difração da estrela brilhante, é a fonte da nebulosa. Ele ejetou pelo menos oito camadas de gás e poeira ao longo de milhares de anos.



Hubble Ultra Deep Field