

ASTRO BIOLOGIA

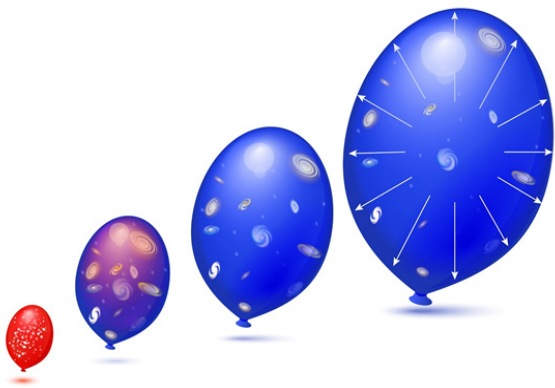


Biologia 
total

A ORIGEM DO UNIVERSO E SUA EVOLUÇÃO

Tudo o que conhecemos teve que ser criado em algum momento. De longe, a teoria mais aceita para explicar essa origem é a chamada **Teoria do Big Bang**.

Segundo ela, tudo (matéria, energia, espaço e tempo) surgiu em um evento único a partir de um ponto incrivelmente quente e denso. Porém, apesar de seu nome (Big Bang - do inglês, Grande Explosão), esse evento não foi uma explosão catastrófica, mas sim uma expansão do próprio espaço.



Imagine que o ponto de origem do universo seja o balão pequeno e vermelho. Assim, como os balões na imagem, o próprio espaço expande sobre si mesmo. Note também as cores na figura, no começo o universo era bem quente (vermelho), ao longo da expansão ele vai esfriando (azul).

A partir do Big Bang, o universo passou por várias fases até chegar no estado atual. Estudaremos as fases mais importantes em detalhes. No entanto, antes disso precisamos revisar alguns conceitos fundamentais da física:

A **equivalência massa-energia** e as **4 forças fundamentais da natureza**.

EQUIVALÊNCIA MASSA-ENERGIA

Você já deve ter visto em algum momento da sua vida a famosa equação de Einstein:

$$E = m \cdot c^2$$

Mas você sabe o que ela significa?

Pode parecer estranho, mas qualquer massa (m) possui uma energia (E) associada e vice-versa. Logo, em certas condições, massa pode ser transformada em energia e energia pode ser transformada em massa. O c na fórmula é a velocidade da luz no vácuo, uma constante da natureza que vale aproximadamente $3 \cdot 10^8$ m/s, mas não se preocupe com isso, pense nela apenas como uma constante de proporcionalidade com um valor muito alto.

Dessa forma, olhando para a fórmula, podemos concluir que uma pequena quantidade de massa possui, associada a ela, uma quantidade gigante de energia! Esse é o princípio de funcionamento das bombas atômicas: uma massa mínima de material radioativo libera uma quantidade de energia capaz de destruir cidades inteiras!





AS 4 FORÇAS FUNDAMENTAIS DA NATUREZA

Todas as forças presentes na natureza são manifestações de umas das quatro forças fundamentais citadas abaixo:

🔭 Força Gravitacional:

Conhecemos bem a força gravitacional, é ela que nos mantém presos ao chão e os planetas em órbita ao redor do Sol. A força gravitacional atua sobre todo corpo que possui massa, atraindo-os uns aos outros mutuamente.

🔭 Força Eletromagnética:

Toda força de origem elétrica ou magnética é considerada uma força eletromagnética. Alguns exemplos são as repulsões entre cargas de sinais iguais (e atração entre cargas de sinais diferentes) e a força que atrai materiais metálicos a ímãs.

🔭 Força Nuclear Forte:

Você já se questionou como os prótons se mantêm unidos nos núcleos dos átomos? Na teoria a repulsão elétrica entre eles os afastaria, logo, deve existir uma força mais forte do que a eletromagnética capaz mantê-los unidos: essa é a força nuclear forte!

🔭 Força Nuclear Fraca:

Essa força é um pouco mais complicada. Ela atua, principalmente, nos decaimentos radioativos do tipo Beta. Nesse tipo de decaimento, ela é a responsável por transformar um nêutron em um próton.

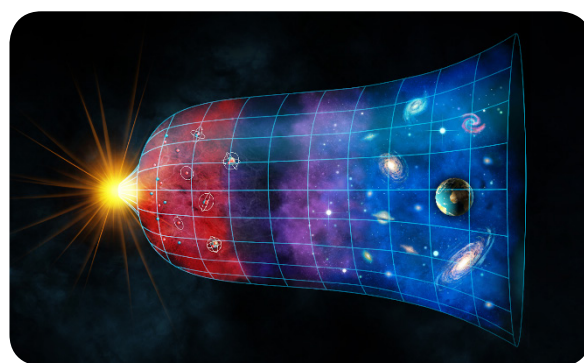
A SEPARAÇÃO DAS FORÇAS E A INFLAÇÃO CÓSMICA

Como já citado, o universo surgiu a partir de um ponto extremamente denso e quente (quente mesmo!) A temperatura girava em torno de 10^{40} K. Até esse momento, as 4 forças fundamentais da natureza não possuíam individualidade, todas estavam

unificadas em uma única força, chamada de **superforça**.

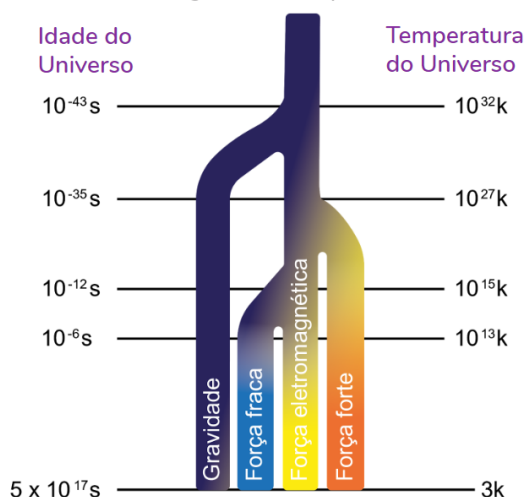
A primeira força a se desprender foi a força gravitacional, em cerca de 10^{-43} s após o Big Bang. A segunda força foi a nuclear forte, por volta de 10^{-35} s após o Big Bang. Nessa mesma época, um evento único ocorreu: **a inflação cósmica**.

Esse evento consistiu de uma expansão extrema em um período de tempo muito curto (o espaço aumentou em um fator de 10^{26} vezes em apenas 10^{-33} s). Isso também acarretou em uma redução brusca na temperatura do universo.



Vale lembrar que o universo continua a expandir até hoje. O diferencial da inflação cósmica foi a velocidade absurda de expansão.

As forças eletromagnética e fraca só se tornaram independentes algum tempo depois. No diagrama abaixo, você pode conferir em detalhes quando ocorreu cada uma das divisões. Além disso, é possível notar a clara redução de temperatura do universo ao longo do tempo.





Nesse momento, a matéria como conhecemos ainda não existia, nem mesmo os prótons e os nêutrons haviam sido criados. Até o momento, o universo era composto apenas por partículas muito pequenas, dentre elas, os elétrons e os quarks.

A NUCLEOSSÍNTESE E A RECOMBINAÇÃO

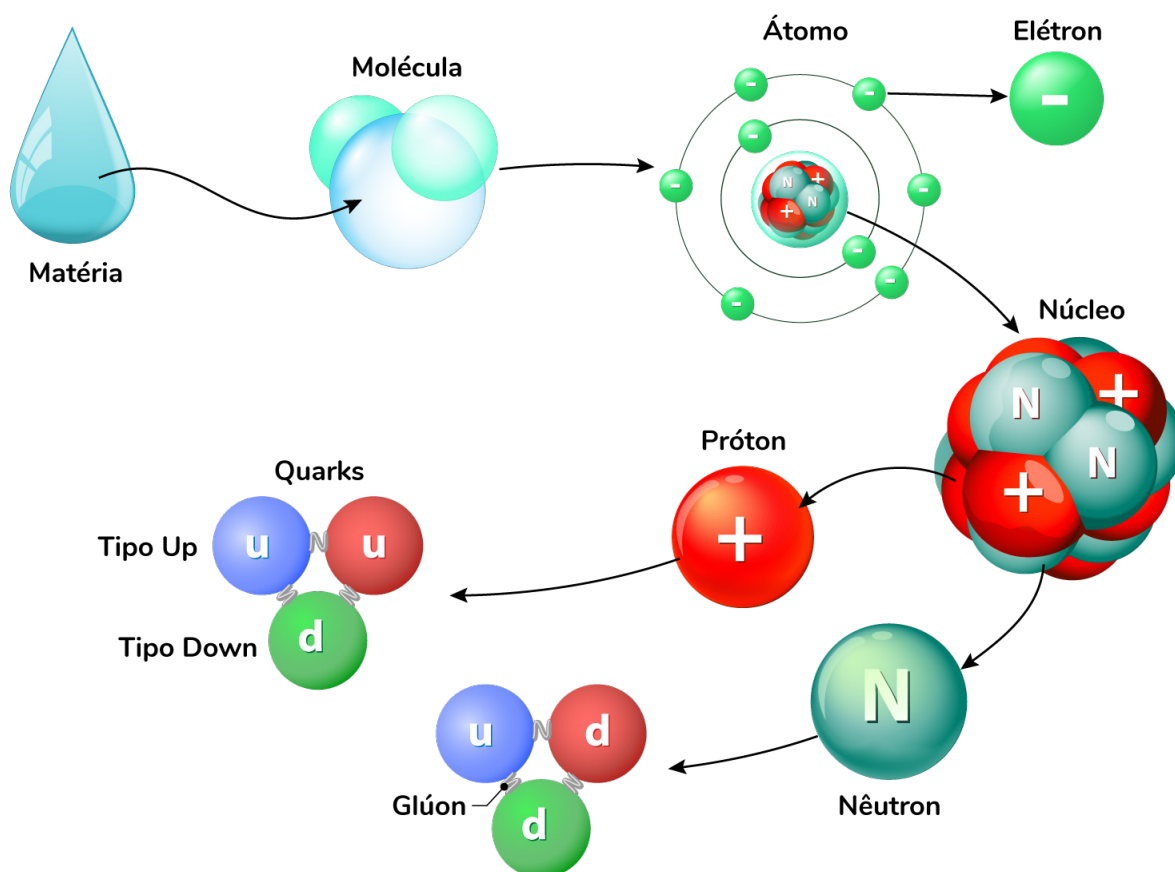
Provavelmente você já sabe que a matéria é formada por átomos e que esses são formados por elétrons e por um núcleo (composto de prótons e nêutrons). O que muitos não sabem é que os prótons e os nêutrons não são indivisíveis; eles são compostos de partículas ainda menores, chamadas de quarks.

Existem diversos tipos de quarks, os mais comuns são os quarks tipo Up e tipo Down. São eles que compõem os prótons (2 Up e 1 Down) e os Nêutrons (2 Down e 1 Up).

Foi somente por volta de 10^{-6} s após o Big Bang que iniciou-se a fase chamada de nucleossíntese. Nesse período, os quarks começaram a se ligar, formando nêutrons, prótons e, conseqüentemente, os núcleos atômicos.

No entanto, ainda demorou muito tempo para o primeiro átomo de hidrogênio surgir, já que o universo ainda não havia resfriado o suficiente para permitir a ligação de elétrons aos núcleos.

Essa fase ocorreu quando o universo já tinha 380 mil anos de idade e é chamada de **recombinação**. Durante essa fase, diversos fótons foram liberados. Esses viajam livremente pelo universo e podem ser identificados até hoje. Esses fótons compõem o que chamamos de **radiação cósmica de fundo**. É a partir deles que os cientistas conseguem calcular a idade do universo: 13.7 bilhões de anos!



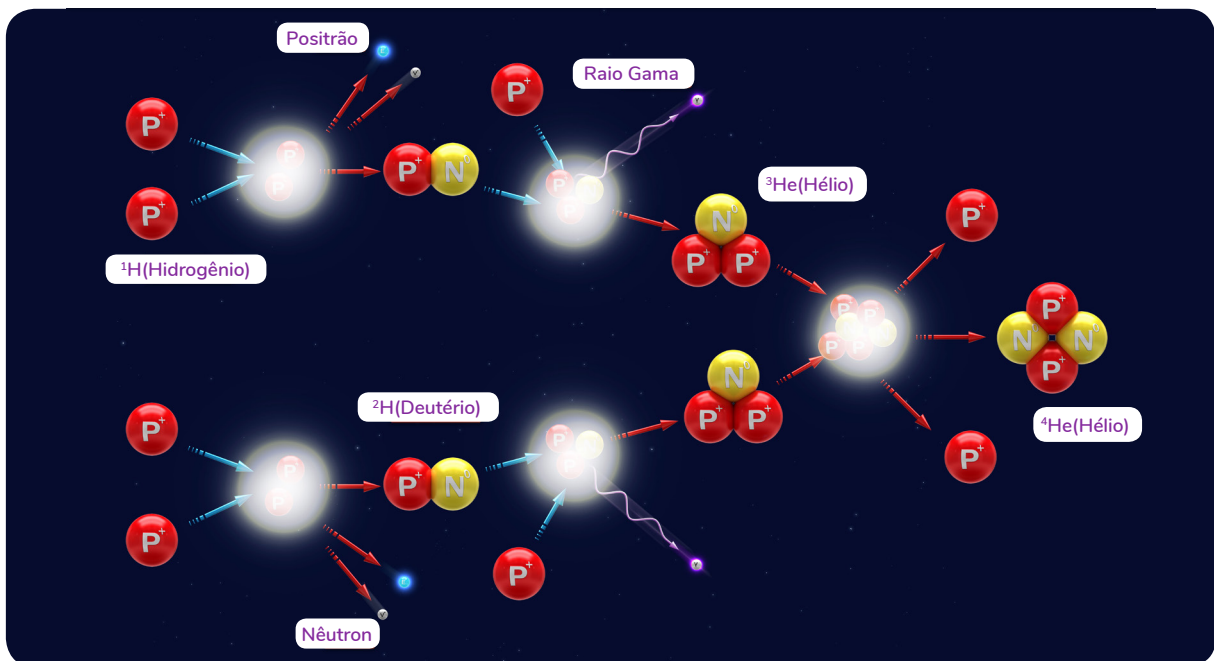
GALÁXIAS, ESTRELAS E ELEMENTOS QUÍMICOS

A matéria sempre esteve distribuída de maneira heterogênea pelo universo, ou seja, existiam regiões com uma maior concentração de massa. Essas regiões passaram a reunir cada vez mais massa graças à atração gravitacional. E são essas regiões que formaram as estruturas que conhecemos hoje como galáxias. Acredita-se que as primeiras galáxias se formaram cerca de 200 milhões de anos após o Big Bang.

Dentro dessas estruturas, os pontos mais densos formaram **nebulosas estelares**,

onde a massa se concentrava cada vez mais, até o ponto em que o núcleo desses corpos se tornou tão quente (devido à compressão gravitacional) que foi capaz de iniciar um processo de **fusão nuclear**.

Foi a partir da fusão nuclear desses elementos primordiais (H e He) que se originaram os outros elementos: combinando prótons e nêutrons em proporções diferentes, podemos obter diferentes elementos químicos. Este processo é chamado de **nucleossíntese primordial**.



No exemplo, vemos a formação de hélio a partir de núcleos de hidrogênio. Essas reações liberam grandes quantidades de energia. Perceba que começamos com quatro prótons; e nos produtos da reação, liberamos dois prótons. Isso permite que as reações continuem acontecendo, consecutivamente. Assim, novos núcleos

podem ser formados, como um isótopo (núcleo com mesmo número de prótons, mas diferente número de nêutrons) de Hélio, o ^3He – contendo dois prótons e um nêutron. A partir da combinação de dois núcleos de ^3He , originou-se o ^4He , mais estável, com dois prótons e dois nêutrons – a forma como o conhecemos hoje.

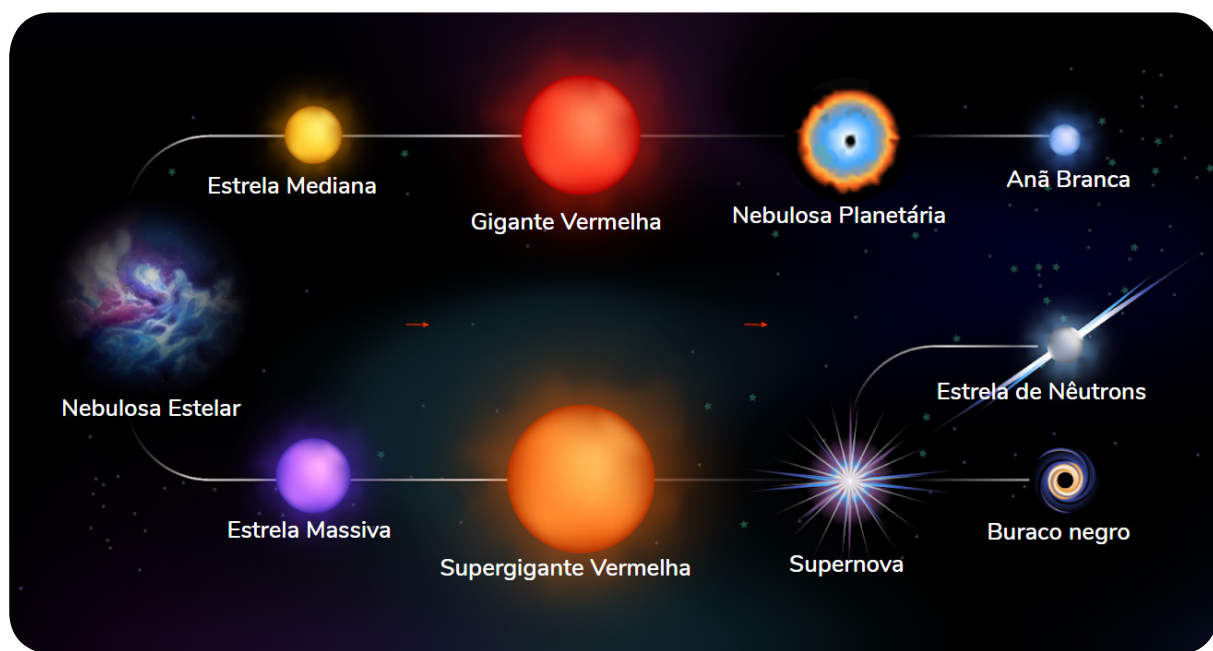


A partir disso, novos átomos se criaram: Lítio e Berílio, com número de massa 7. No entanto, nesse ponto, a maioria dos núcleos já tinha se combinado a outros núcleos para formar os átomos; assim, não conseguiam encontrar “parceiros” para colidir e reagir! A densidade de núcleos era muito baixa, e a nucleossíntese parou.

No entanto, com eventuais colisões a energias muito mais baixas, os núcleos passaram a se aglutinar, e não mais a reagir, e a densidade nuclear em espaços aleatórios aumentou. Eventualmente, a massa dessas aglutinações se tornou tão grande que seu potencial gravitacional se tornou significativo – assim, mais matéria passou a ser atraída à essas aglutinações... até que se formaram as estrelas.

No caso das estrelas, o que ocorre é que o seu núcleo, originalmente composto de hidrogênio, passa a fundir átomos de hidrogênio em átomos de hélio. A energia desse processo é liberada na forma de calor e luminosidade.

Essa energia tem um papel importantíssimo na vida das estrelas. A força gravitacional atua sempre no sentido de comprimir as estrelas, já a energia gerada pela fusão nuclear atua no sentido de expandi-las. Logo, o equilíbrio entre essas duas forças é o que provém estabilidade às estrelas. A partir desse momento, o futuro de cada estrela depende da sua quantidade de massa:



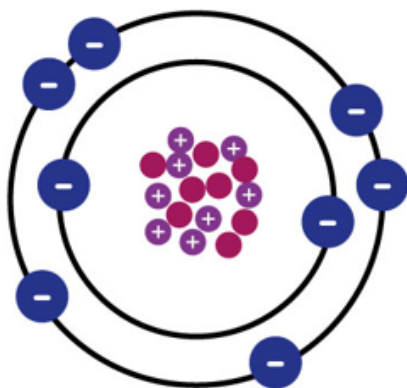
Estrelas medianas (de até 8 massas solares) se tornam **gigantes vermelhas** quando param de fundir hidrogênio. Já as estrelas massivas se tornam **supergigantes vermelhas**.

No fundo, o processo que ocorre é parecido: o hidrogênio acaba, logo não existe mais fusão e, conseqüentemente, a força gravitacional toma conta, comprimindo o núcleo estelar. Essa compressão causa um aumento de temperatura, que permite um

novo tipo de fusão: He em C. Esse tipo de fusão, chamado de Nucleossíntese Estelar, libera mais energia do que o anterior, expandindo e muito o volume da estrela. Nesse processo, são formados elementos até o Ferro, de número atômico 26 (26 prótons), a partir de núcleos menores. Grandes quantidades de energia são liberadas, em forma de calor, e de energia luminosa. Inclusive, é assim que podemos saber a composição das estrelas!

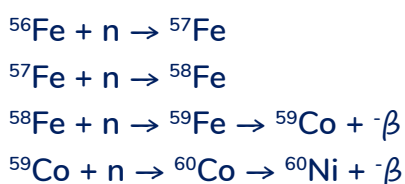


Para entendermos um pouco melhor, veja o modelo atômico de Bohr: um núcleo rodeado de elétrons em órbitas circulares. Quando um elétron salta de uma órbita para outra mais externa, absorve energia. Quando ele volta para o estado original, emite esse fóton, em um comprimento de onda específico, correspondente a uma cor que é única a cada elemento químico.



A formação de núcleos pesados, maiores que o Ferro, acontece somente em estrelas massivas, quando terminam de fundir o ferro. A diferença fundamental entre os ciclos de vida de estrelas medianas e massivas é o seu fim. Enquanto as estrelas medianas têm um fim belo e calmo, apenas liberando grande parte de suas massas na forma de **nebulosas planetárias**, as estrelas massivas terminam suas vidas em explosões violentas chamadas de **supernovas**. Essas explosões são tão intensas que a luminosidade emitida por elas é mais intensa do que a de toda uma galáxia (composta por uma infinidade de estrelas).

A supernova expelle grande parte da massa da estrela, composta de diversos átomos e nêutrons, com grande energia. É a partir da captura desses nêutrons que novos elementos podem ser formados:



A partícula beta é liberada quando ocorre a decomposição de um nêutron:

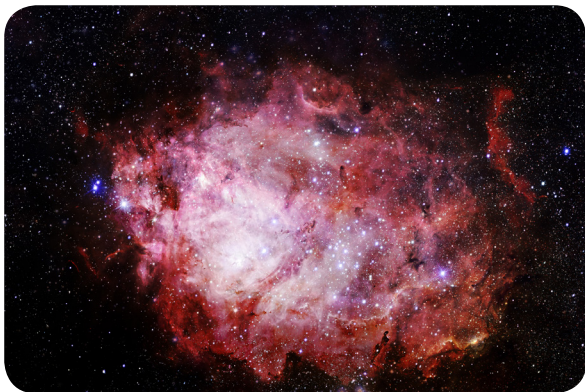


Assim, nas estrelas, é possível que um átomo se torne outro com a captura de um nêutron! Ao invés de apenas se tornar um isótopo do elemento (mesmo número de prótons), o átomo que capturou o nêutron se torna um novo elemento químico, com o decaimento desse nêutron.

O que resta no fim são núcleos extremamente densos. No caso das estrelas medianas, esses núcleos vão esfriando lentamente ao longo do tempo até se tornarem anãs brancas. Para as estrelas massivas, o que sobra após as supernovas é, em geral, um núcleo colapsado que chamamos de **estrela de nêutron**. Elas têm esse nome por que são compostas quase que inteiramente de nêutrons. Esse tipo de corpo é extremamente denso, podendo conter a massa de dois sóis em um diâmetro de apenas 10 quilômetros. Outro final possível para essas estrelas é a formação de um **buraco negro**, corpos tão densos, dos quais nada, nem mesmo a luz, consegue escapar de sua atração gravitacional.

O MEIO INTERESTELAR

Além disso, com a explosão, os átomos formados são liberados para o meio interestelar, dando origem a nebulosas, que são **gigantescos laboratórios de química!** Nas nebulosas, meios de altíssima energia, bombardeados por radiações cósmicas e os mais diversos elementos químicos, ocorrem muitas reações químicas a todos os instantes. São formados gases, como os que encontramos na atmosfera, cadeias carbônicas, moléculas orgânicas, e até mesmo aminoácidos!



Nebulosa

As moléculas formadas nesse meio interestelar extremamente reativo passam, então, por um processo semelhante ao das estrelas: se juntam, por interações intermoleculares, e a densidade de moléculas espalhadas pela nebulosa diminui. Quanto mais a massa de um aglutinado de moléculas cresce, mais o seu potencial gravitacional se torna significativo, atraindo mais e mais átomos, íons e moléculas... e é assim que ocorre a formação dos planetas.

O QUE TORNA UM PLANETA HABITÁVEL?

Primeiro de tudo: o que torna um corpo celeste um planeta? A União Astronômica Internacional decidiu em 2006 que, para ser considerado um planeta, um corpo deve cumprir quatro requisitos:

- Todo planeta deve orbitar uma estrela (assim como a Terra orbita o Sol).

- Esse corpo deve possuir massa suficiente para que a força gravitacional o comprima, tornando-o esférico ou praticamente esférico.

- Além disso, um planeta não pode orbitar outro objeto além de sua estrela. Caso esse seja o caso, o corpo em questão é considerado um satélite natural (como é o caso da Lua, por exemplo).

- Ele deve remover de áreas próximas à sua órbita objetos menores e detritos.

Essa quarta condição desclassificou Plutão como planeta, já que ele orbita em uma região que contém vários objetos pequenos, conhecida como Cinturão de Kuiper.



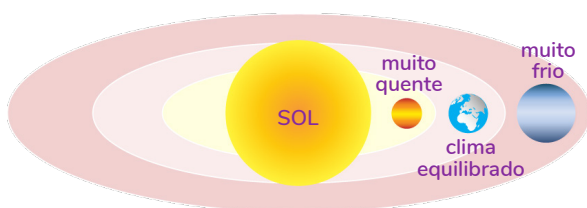


PLANETAS HABITÁVEIS

Até hoje, não temos conhecimento de nenhum outro planeta no universo que contenha vida. Dessa forma, a busca por planetas habitáveis é feita comparando as características de outros planetas com as características de nossa Terra.

Existem várias características planetárias que acreditamos serem essenciais para a formação e existência de vida. Estudaremos agora algumas das mais importantes.

🔭 Zona Habitável: A vida, como conhecemos, depende de água em sua forma líquida. Para manter água nesse estado o planeta deve estar a uma distância intermediária de sua estrela. Não podendo estar muito longe (pois a água congelaria devido às baixas temperaturas), nem muito próximo (pois a água evaporaria devido às altas temperaturas). Essa região intermediária é chamada de Zona Habitável.



🔭 Estabilidade de estrelas próximas: O processo de formação de vida pode levar milhões ou até bilhões de anos. Durante esse período, obviamente, o planeta não pode passar por eventos catastróficos. Portanto, uma condição importante para um planeta habitável é que ele não possua, em suas redondezas, estrelas instáveis que possam causar tais eventos.

🔭 Atmosfera: Acredita-se que todo planeta habitável deve possuir uma atmosfera. Essa, além de prover oxigênio, mantém o planeta quente através de processos como o efeito estufa e é capaz de bloquear uma grande quantidade de radiação danosa à vida.



🔭 Quantidade mínima de massa: O que permite a um planeta reter os gases que constituem uma atmosfera é a sua força gravitacional. E, como sabemos, a força gravitacional de um corpo é proporcional à sua massa. Portanto, podemos concluir que planetas pouco massivos teriam dificuldade para manter a vida como conhecemos.

🔭 Núcleo Fundido: O núcleo da Terra é composto por metais fundidos. Esse material é relevante para a habitabilidade do planeta de duas formas. Ele ocasiona eventos como erupções vulcânicas, que por sua vez, liberam uma grande quantidade de gases estufa na atmosfera. Além disso, esse núcleo é o responsável pelo campo magnético terrestre que protege a nossa atmosfera de efeitos como os ventos solares, por exemplo.



A QUÍMICA PRÉ-BIÓTICA

Antigamente, a Terra era muito diferente do que é hoje. As condições do planeta eram hostis, pouco propícias à vida: temperaturas altíssimas, erupções vulcânicas, chuvas ácidas, e tempestades. Como era possível que a vida surgisse em tais condições?

Mas o que é isso que chamamos de vida? Mesmo sendo debatido a milhares de anos por pesquisadores e filósofos, não existe um conceito definitivo de Vida!

Por isso, entendemos vida a partir do que observamos. Ou seja, organismos que têm (1) composição química complexa, (2) homeostase, (3) presença de material genético, (4) resposta de estímulos e (5) síntese protéica.

Cientificamente, são levantadas duas principais teorias do surgimentos da vida: a primeira hipótese é conhecida como Panspermia, que diz que os primeiros organismos foram trazidos para a Terra em algum corpo celeste, como por exemplo, um meteoro.

A outra possibilidade levantada pela ciência é a da teoria da evolução química. Mesmo existindo algumas lacunas, cientistas têm cada dia mais evidências que um arranjo de compostos orgânicos, possibilitou a formação de moléculas complexas, que levaram a formação de células e vida.

Até antes do século XX, acreditava-se que a vida surgira espontaneamente, numa hipótese chamada de Geração Espontânea.

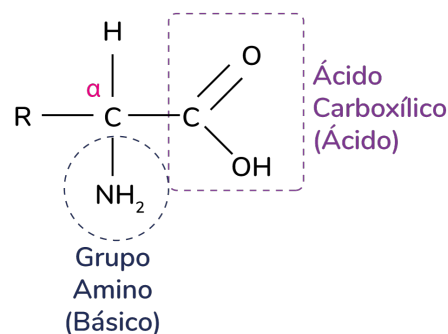
No entanto, com o desenvolvimento das ciências, em especial a biologia e a química, começamos a entender como a vida pode ter surgido a partir da matéria inorgânica.

Podemos explicar essa evolução química partindo de alguns componentes básicos da vida. Sabendo disso, é possível especular como poderiam ter se formado nas condições da nossa Terra primitiva, através de uma série de reações químicas!

Por isso, vamos analisar os três pontos:

- Ácidos Nucleicos e Aminoácidos
- Carboidratos
- Lipídeos

Os ácidos nucleicos, juntamente com os aminoácidos, formam as moléculas de RNA, que carregam as informações genéticas do organismo. Os lipídios, por sua vez, formam a membrana celular que recobre e protege o código genético. Já os aminoácidos são essenciais para a síntese proteica a partir do RNA, que é outro ponto fundamental para caracterização da vida.





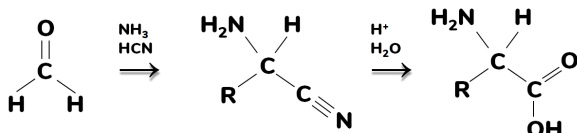
FORMAÇÃO DE ÁCIDOS NUCLEICOS E AMINOÁCIDOS

Especula-se que a atmosfera da Terra na época do surgimento da vida, cerca de 3 bilhões de anos atrás, era muito diferente do que é hoje. Em vez da abundância de Nitrogênio e Oxigênio, os gases em maior quantidade eram Hidrogênio, Dióxido de Carbono, Metano e Hidrogênio. Esses gases são espécies químicas oxidantes - ou seja, **retiram elétrons** de outras moléculas, formando novos compostos.

Esse é o caso do gás nitrogênio, que com descargas elétricas pode produzir o gás amônia:



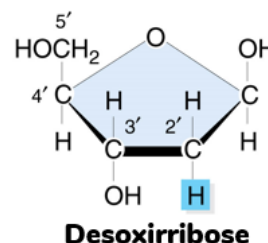
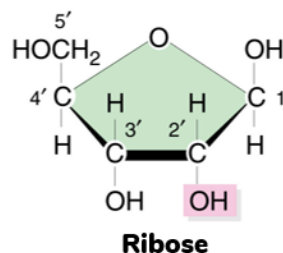
A partir da amônia e de outras reações de oxirredução, conseguimos os blocos fundamentais para a síntese tanto de aminoácidos quanto a de ácidos nucleicos. Podemos ver, nesse caso, a síntese de um aminoácido (molécula que tem um grupo amino, e um grupo ácido carboxílico) a partir da Amônia formada na atmosfera e do Formaldeído, molécula também comum na Terra primitiva.



Assim, podemos formar os aminoácidos utilizados na síntese proteica comandada pelo RNA!

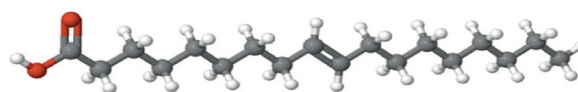
FORMAÇÃO DE CARBOIDRATOS

Os carboidratos, ligados ao ácidos nucleicos e a um grupo fosfato (derivado de minerais encontrados na Terra primitiva), formam as moléculas de DNA e RNA. Os carboidratos, além de terem origem exógena (formados nas nebulosas planetárias!), também poderiam ser formados a partir da atmosfera, com reações de CO e CO₂.



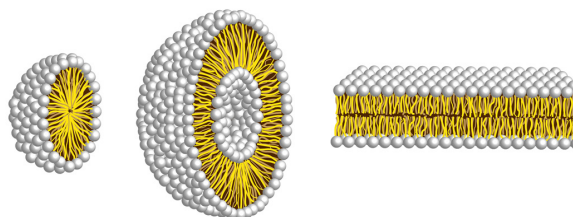
FORMAÇÃO DE LIPÍDEOS

Os lipídeos são constituintes fundamentais das membranas celulares. Eles têm uma estrutura de longas cadeias carbônicas, com um grupo ácido carboxílico (COOH) em uma das extremidades.



Estrutura de um Lipídeo

Eles são tão bons para proteção do código genético e formação da célula pois têm caráter **apolar** - ou seja, não se solubilizam em água. Assim, as membranas formadas não podem ser desfeitas pelo solvente!



Formação de membranas pelos lipídeos

No ambiente terrestre primitivo, os lipídeos poderiam ser formados também a partir de outras moléculas de carbono. Porém, a formação das longas cadeias carbônicas depende de algo muito especial: as formações minerais e argilosas da litosfera.



Esses minerais **catalisam** a formação de cadeias carbônicas; ou seja, facilitam essas reações químicas ao diminuir a energia necessária para que aconteçam. Assim, as reações de formação desses compostos aconteciam do solo subaquático, e eram dispersas no meio aquoso, onde formavam as membranas micelares e poderiam encapsular o código genético primitivo.

EVOLUÇÃO QUÍMICA

A presença de todos os compostos necessários foi essencial para iniciar a vida o processo de replicação. De forma muito simples, essa deve ter se iniciado pelas moléculas de RNA, como é encontrado até hoje em diversas bactérias e seres unicelulares.

Podemos entender quimicamente o processo de replicação do RNA e também a evolução. Quem nos explica isso é a **cinética química**, que dita as leis sobre a velocidade das reações, e o consumo de reagentes.

Imagine que uma molécula A, reagindo com um reagente X a uma velocidade v_1 , produza mais das moléculas A. Cada molécula A, então, reage com mais reagentes X, produzindo cada vez mais unidades dela mesma.



No entanto, enquanto essa reação acontecia, alguma mudança no meio reacional acontece. Como produtos, foram formadas além das moléculas A, também uma molécula B.



Porém, imagine que essa molécula B também reage com X, produzindo mais moléculas B, mas com uma velocidade muito maior que a molécula A.



O que vai acontecer com o reagente X? Como v_2 é maior que v_1 ($v_2 > v_1$), B vai consumir o reagente X com uma velocidade muito maior que a molécula A. Como resultado, teremos muito mais moléculas B do que moléculas A. Podemos entender isso como um "sucesso reprodutivo"!

Como o reagente X é consumido por maior velocidade com B, não teremos reagentes X disponíveis para reagir com a molécula A. Assim, a molécula A deixa de ser produzida - e essa "forma de vida" deixa de existir! Seria como se a seleção natural tivesse agido - uma molécula reage com maior eficiência e acaba com os recursos, numa forma de competição darwiniana entre as espécies químicas.

O surgimento do DNA provavelmente ocorreu muito tempo depois, com uma forma de síntese protéica diferente dos dias de hoje. Ao longo do tempo esse DNA foi crescendo e se tornando mais complexo, para a forma que ele tem nos dias de hoje em diversas espécies.

Analisando todas as possibilidades conhecidas, a maior parte das evidências indicam que seria impossível o surgimento da vida longe da água. Cientistas acreditam nisso com base nos experimentos de formação dos primeiros compostos orgânicos, como o de Miller-Urey.

Além disso, há a facilidade de movimentação de compostos químicos na água, possibilitando o encontro entre eles e por consequência a formação de moléculas mais complexas e estáveis quimicamente e estruturalmente.

COMO SURTIU A VIDA NA TERRA?

A aproximadamente 180 mil anos, os primeiros da nossa espécie começaram a andar em nosso planeta. Eles surgiram de uma variação muito peculiar de homínidos, que deu seus primeiros passos 14 milhões de anos antes. Por sua vez, esse ramo de primatas é apenas um dos diversos que se iniciaram a 70 milhões de anos antes do presente, quando ainda nossos antepassados tinham mais semelhanças do que diferenças dos roedores.

A volta para os primeiros seres vivos, cujos registros datam de 3,5 a 3,9 bilhões de anos atrás, não é uma história eterna. Em um ambiente em que a maioria dos seres vivos atuais teriam dificuldade de sobreviver, um conjunto de características torna possível aquilo que chamamos de vida.

Independentemente da forma que surgiram, temos a certeza que todos esses vieram de um único organismo. Esse seria o último ancestral comum (*Last Universal Common Ancestor* - **LUCA**) de todos os seres vivos que conhecemos!

Vale lembrar que LUCA é um conceito e não necessariamente um organismo: como é impossível determinar se os primeiros seres vivos não desapareceram antes do surgimento do nosso mais antigo parente, a hipótese de sua existência se baseia na busca de indícios e características do primeiro organismo.

ORGANISMOS INVASORES DE CÉLULAS?

Acredita-se que as mitocôndrias surgiram de uma relação de simbiose entre uma célula ancestral e uma **bactéria fagocitada** pela célula e não foi digerida. A relação permitiu benefícios mútuos como energia para célula, nutrientes e abrigo para a bactéria. Essa teoria é conhecida como teoria **endossimbionte**.

O mesmo teria ocorrido com os cloroplastos, com a diferença que o procarioto fagocitado era fotossintetizante! Por isso, a função do cloroplasto é a fotossíntese.

Essa teoria é levada em consideração pelas características dessas organelas, como o DNA próprio, ribossomo próprio, DNA circular e dupla membrana; ou seja, características semelhantes aos procariotos.

AS MUDANÇAS NO PLANETA

No começo da vida na Terra, não havia oxigênio. Os primeiros organismos eram anaeróbios, e somente através do surgimento dos primeiros organismos fotossintetizantes, que absorvem luz e CO_2 , passamos a ter oxigênio na atmosfera!

Os estromatólitos foram os primeiros a realizar fotossíntese, que causou o aumento da concentração de oxigênio na Terra. Eles também são os organismos mais antigos do planeta, com fósseis datados com 3,5 bilhões de anos.



Porém, o gás oxigênio na atmosfera extinguiu espécies que não estavam adaptadas ao oxigênio. Esta extinção em massa permitiu o surgimento dos organismos aeróbios, que são organismos altamente energéticos, o que aumentou significativamente a variedade biológica.



Estromatólitos em Shark Bay, Austrália.

Eles são formados por lâminas de colônias de cianobactérias que produzem estruturas sedimentares originadas gradualmente em mares rasos, formando uma espécie de recife.

FAUNA EDIACARA

O processo de desenvolvimento de organismos mais complexos, animais pluricelulares, começou a há 600 milhões de anos com a oxidação da atmosfera primitiva. Em Ediacara, região localizada na Austrália, ocorrem os mais antigos registros fósseis de organismos com células organizadas em tecidos e órgãos, os metazoários.

São impressões em rochas de animais moles, sem conchas, placas mineralizadas ou exoesqueletos. Essas impressões permitem

que os cientistas tenham uma ideia dos tipos de seres vivos que habitavam a região no período pré-cambriano.



Nos folhetos de Burgess Shale ou Xistos de Burgess, na Colúmbia Britânica no Canadá, está localizado um dos principais sítios fossilíferos do planeta, do período Cambriano, há cerca de 540 milhões de anos. Neste sítio, existem diversos fósseis preservados de artrópodes, cordados, vermes, moluscos, esponjas, etc.



Todas essas explicações e hipóteses abordadas permitem que tenhamos cientistas engajados na busca de como surgiu a vida na Terra.

As conclusões das hipóteses abrem portas para a busca de vida em outros planetas; porém, quais são os parâmetros de vida utilizados pela ciência?

A BUSCA POR VIDA EM OUTROS PLANETAS

Primeiramente, precisamos entender: quais são os parâmetros de vida utilizados pelos cientistas na busca de vida em outros planetas?

Nessa busca, enfrentamos um grande problema: nosso conceito de vida é inteiramente baseado na vida que nós, seres humanos, conhecemos. Se pararmos para pensar, é possível que existam diferentes formas de vida, com parâmetros desconhecidos pelo ser humano. Enquanto não temos conhecimentos de outras formas de vida, os cientistas procuram planetas que podem suportar a vida como já conhecemos.


Por 400 milhões de anos o clima da Terra era hostil e desolador, as temperaturas chegavam a mais de 200°C, que tornava a crosta liquefeita e gases vulcânicos, principalmente CO₂, foram lançados na atmosfera. À medida que a Terra esfriou, a crosta tornou-se sólida e a temperatura permitiu a presença de água líquida na superfície.

As moléculas orgânicas formadas durante a origem do Sistema Solar sofreram reações químicas, através da energia de radiações ultravioleta (lembrando que neste período não havia camada de ozônio para impedir a radiação). Essas reações químicas tornaram as moléculas orgânicas mais complexas compostas por carbono, nitrogênio, enxofre e oxigênio, das quais servem para a formação inicial para as primeiras biomoléculas.

Em nosso planeta, sabemos que os primeiros seres vivos eram unicelulares, dependentes de água para sobreviver e formados por compostos orgânicos. Com base nessas características conhecidas pelos pesquisadores, será que outros planetas oferecem as mesmas condições da Terra para que os seres vivo resistam nesses planetas?

Já se sabe, por exemplo, que existe água líquida em Marte, reforçando a ideia de que é possível que tenha vida neste planeta - afinal, são analisados todos os indícios da origem da vida na Terra apontam que ela tenha ocorrido em água líquida.

Por isso, na Astrobiologia, os cientistas levam em consideração parâmetros como a temperatura, existência de água e radiação UV - todas condições primordiais para a existência de vida como conhecemos - na busca pela vida fora da Terra.

 **Temperatura:** existem temperaturas nas quais os organismos conseguem ou não sobreviver. Porém, existem organismos adaptados a temperaturas extremas, como os tardígrados. Tardígrados podem sobreviver um pouco mais do que o zero absoluto (-272,15 °C) e até 150 °C. Ou seja, podemos procurar planetas nessas faixas de temperatura que sejam capazes de abrigar vida.



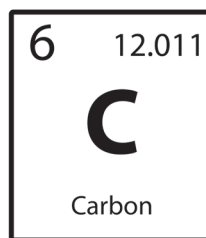
Tardigrado

🔍 **Água:** sem água, nenhuma forma de vida como a que conhecemos poderia existir! Não só de acordo com as teorias da origem da vida baseadas na presença de água, mas também por ela ser essencial na manutenção das reações químicas nos organismos.



🔍 **Radiação UV:** os organismos fotossintetizantes necessitam da radiação para a produção de compostos orgânicos. São seres autótrofos, produzem seus próprios compostos orgânicos. Radiações muito intensas de estrelas próximas (como o sol) podem ser prejudiciais aos organismos, danificando sua estrutura e código genético primitivo.

🔍 **Carbono:** é o elemento químico que compõe todos os compostos orgânicos; ou seja, para que haja vida, é necessário que haja carbono. No entanto, estando também na família 4A, especula-se a possibilidade da existência de vida baseada em Silício, que além de ter propriedades semelhantes às do carbono, também possui capacidade de encadeamento.



VIDA EM OUTROS TEMPOS

Se pararmos para analisar, o planeta Terra tem cerca 4,5 bilhões de anos. Após um bilhão de anos surgiram as primeiras formas de vida. Esses primeiros organismos seriam muito simples, unicelulares e autótrofos; que ao passar milhares de anos evoluíram e tornaram-se os organismos multicelulares que conhecemos hoje.

Existem eventos que podem causar extinção em massa de qualquer tipo de ser vivo, como os dinossauros, por exemplo. Há cerca de 66 milhões de anos atrás, a queda de um meteorito no México extinguiu todos os dinossauros não avianos (dinossauros que não voavam). Analisando as condições dos eventos de extinção em massa, por mais quanto tempo o ser humano ou a Terra existirão?

Vendo por esse lado, é possível que tenha ocorrido o mesmo com outros tipos de vidas em outros planetas. Como a vida está em constante transformação, não podemos desconsiderar que outras vidas e planetas tenham existido e que foram extintos por esses eventos.

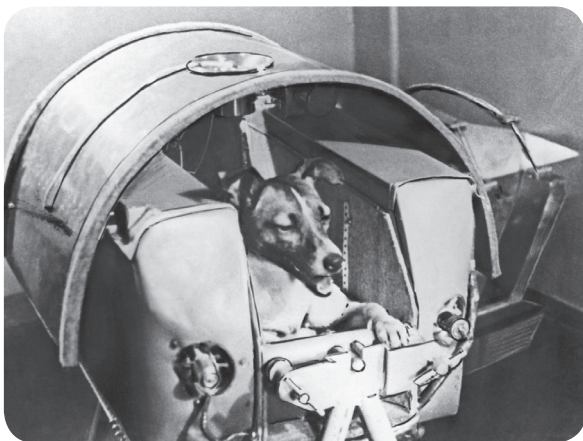




PESQUISAS ESPACIAIS

A curiosidade do ser humano pelo espaço é de longa data. Durante a Guerra Fria, na década de 50, tivemos a corrida espacial entre EUA e União Soviética, por disputa política e militar. Estavam determinados em construir a primeira aeronave espacial tripulada que pudesse ser lançada em órbita, e até mesmo a chegar à lua. Foram enviadas sondas, como a da polêmica cadela Laika, que morreu horas depois do lançamento, e mesmo seres humanos e outras formas de vida.

Graças aos avanços dos cientistas nas tentativas de descobrir cada vez mais o espaço, descobriu-se muito sobre o planeta Terra (a Terra não é plana), surgimento da vida, vidas extrema e tecnologias em nossa volta.



Cadela Laika. Primeiro ser vivo terrestre a orbitar o planeta Terra

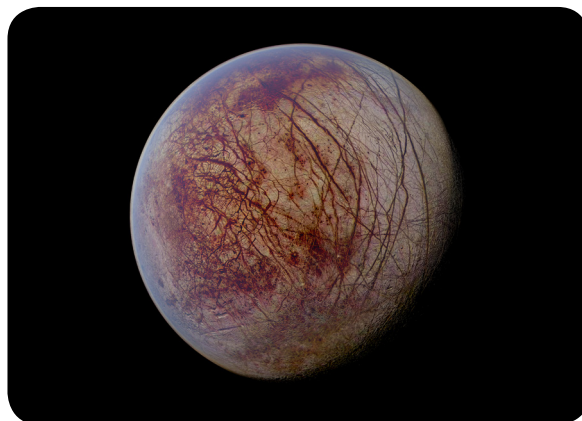
O filme *Perdido em Marte* foi gravado no Deserto de Wadi Rum, na Jordânia, por ser muito similar a Marte. Essa região é dominada por rochas de arenito medindo até 1800 metros de altura e areia avermelhadas; exatamente como esse planeta! E mesmo esse deserto, em condições tão extremas, é capaz de abrigar vida. O que impede que Marte também abrigue?



Cena de *Perdido em Marte*. Filme gravado no Deserto de Wadi Rum

Somente em 2018 foram investidos U\$20,7 bilhões à NASA. Graças apoio popular e a criação de filmes e séries, a NASA recebeu esses altos investimentos na área de astrobiologia, instigando o desvendar dos mistérios do espaço.

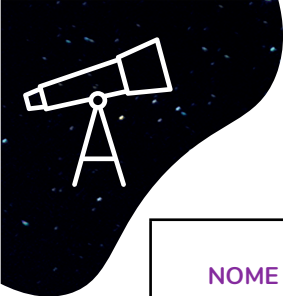
Uma novidade sobre novas missões espaciais é que em 2020, a Agência Espacial Europeia e a NASA lançarão missões não tripuladas para o estudo da lua de Júpiter, chamada de Europa. Acredita-se que a lua Europa apresente condições ainda melhores do que Marte para abrigar vida, como uma grande quantidade de água em temperaturas razoáveis.



Europa, lua de Júpiter

Na última década, foram encontrados quase trinta planetas potencialmente capazes de suportar vida. Os melhores candidatos são os que têm condições mais parecidas com a Terra:





NOME	SIMILARIDADE COM A TERRA	APTIDÃO PARA VEGETAÇÃO	DISTÂNCIA DA TERRA (ANOS LUZ)	DESCOBRIMENTO
Terra	100%	72%	0	-
Kepler-438b	88%	88%	470	2015
Gliese 667 Cc	84%	64%	23,6	2011
KOI-3010.01	84%	63%	1213,4	2011
Kepler-442b	83%	98%	1291,6	2015
Kepler-62e	83%	96%	1199,7	2013
Kepler-452b	83%	93%	1400	2015
Gliese 832 c	81%	96%	16,1	2014

A similaridade com a Terra leva em conta o raio, a densidade do planeta, a temperatura da superfície e das velocidades de rotação e translação. A aptidão para vegetação leva em conta também a temperatura e a umidade da atmosfera - ou seja, são planetas que abrigam água!

VIDA INTELIGENTE FORA DA TERRA

As tentativas de contato com vida inteligente fora da Terra se dão através do envio de ondas de rádio. São frequências bem específicas enviadas para o espaço. Porém, para que isso funcione, é preciso que alienígenas tenham a mesma ideia e escolham a mesma frequência específica enviada por nós terráqueos.



DESTRUIÇÃO DO PLANETA TERRA

Será que a curiosidade humana em conhecer o espaço está relacionada à destruição do planeta? Temos poluição por agrotóxicos, dióxido de carbono, poluição de rios e mares, extinção de espécies...

Seria a busca por planetas que possuam condições favoráveis à vida, já conhecidos pelos cientistas, uma "carta na manga" para quando nosso planeta não tenha mais capacidade de sustentar o modo de vida dos seres humanos?





PARA SABER MAIS

SÉRIES

- 📺 Cosmos
- 📺 One Strange Rock

FILMES E DOCUMENTÁRIOS

- 📺 Contato (*Contact*) / Direção: Robert Zemeckis
- 📺 Perdido em Marte (*The Martian*) / Direção: Ridley Scott
- 📺 Interestelar (*Interstellar*) / Direção: Christopher Nolan
- 📺 A Chegada (*Arrival*) / Direção: Denis Villeneuve
- 📺 Geração Marte (*The Mars Generation*) / Direção: Michael Barnett
- 📺 Mercury 13 / Direção: David Sington
- 📺 *The Search for Life in Space* / Direção: Stephen Amezdroz

LIVROS

- 📖 Contato (*Contact*) - Carl Sagan
- 📖 Uma Breve História do Tempo (*A Brief History of Time*) - Stephen Hawking
- 📖 O Universo numa Casca de Noz (*The Universe in a Nutshell*) - Stephen Hawking
- 📖 Astrobiologia: Uma ciência emergente (livro gratuito da USP)
- 📖 Earth (livro gratuito da NASA)
- 📖 Próxima parada: Marte - Curiosidades Sobre a Vida no Espaço (*Packing for Mars: The Curious Science of Life in the Void*) - Mary Roach

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ASTROBIOLOGIA


- 📖 <http://www.sbastrobio.org/>





ANOTAÇÕES





Biologia total


 contato@biologiatotal.com.br


 /biologiajubilit


 Biologia Total com Prof. Jubilit

 @biologiatotaloficial

 @paulojubilit

 @Prof_jubilit

 biologijubilit

 +biologiatotalbrjubilit