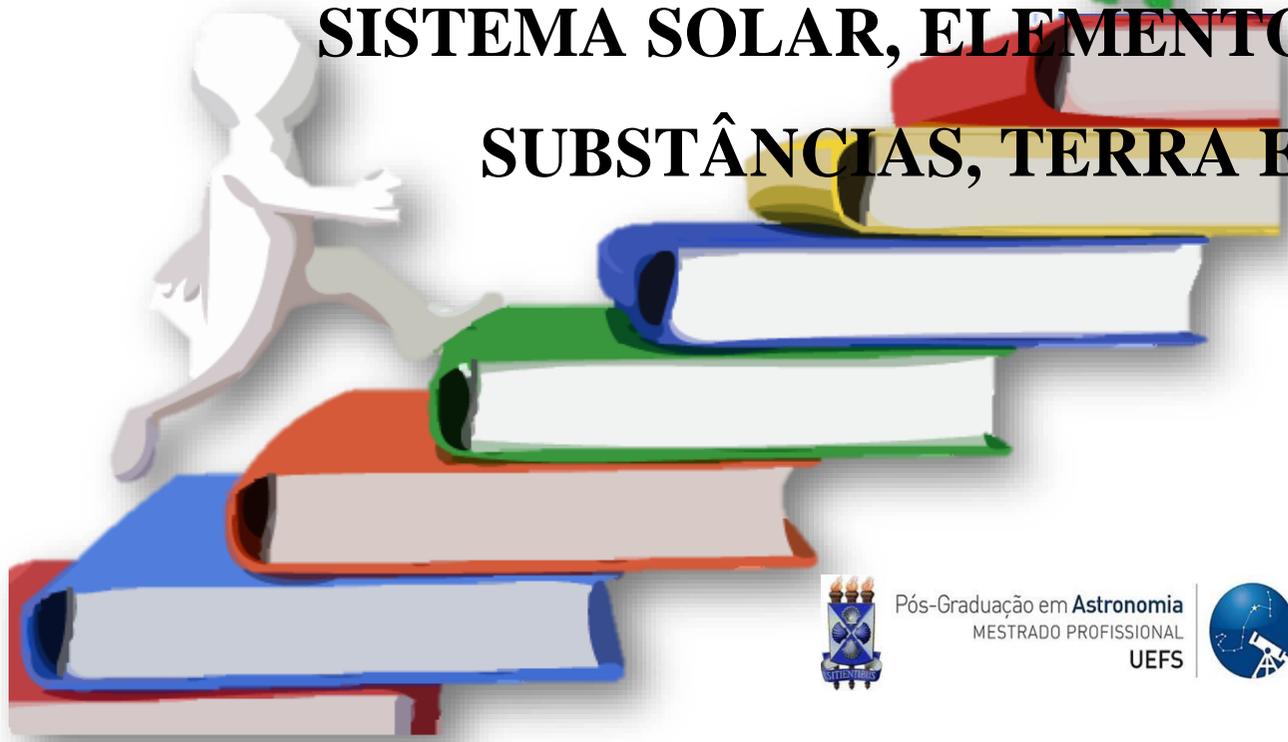




MARA LÚCIA RODRIGUES SILVA  
VERA APARECIDA FERNANDES MARTIN



- SEQUÊNCIA DIDÁTICA -



**SISTEMA SOLAR, ELEMENTOS QUÍMICOS,  
SUBSTÂNCIAS, TERRA E VIDA**



Pós-Graduação em **Astronomia**  
MESTRADO PROFISSIONAL  
UEFS





**Universidade Estadual de Feira de Santana**

**Mestrado Profissional em Astronomia**

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

**SISTEMA SOLAR, ELEMENTOS QUÍMICOS,  
SUBSTÂNCIAS, TERRA E VIDA**

**Feira de Santana**

**2021**

**Ficha catalográfica - Biblioteca Central Julieta Carteado - UEFS**

Silva, Mara Lúcia Rodrigues

S581s Sistema solar, elementos químicos, substâncias, Terra e vida:sequência didática / Mara Lúcia Rodrigues Silva; Vera AparecidaFernandes Martin. – Feira de Santana: [s.n], 2021.

62p. : il.

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Astronomia.

1. Sequência didática. 2. Sistema solar. 3. Elementos químicos. I. Martin, Vera Aparecida Fernandes. II. Título.

CDU: 521/525(07)

## APRESENTAÇÃO

A sequência didática, *Sistema Solar, Elementos Químicos, Substâncias, Terra e Vida* se constitui no primeiro de três produtos educacionais relativos à pesquisa nominada: *O Sistema Solar Sob a Perspectiva Biológica e Química do Planeta Terra*.

Ela encontra-se ligada aos dois outros produtos educacionais intitulados: *Sinuca dos Planetas e Alguns Satélites Naturais Componentes do Sistema Solar e Elementos Químicos, a Tabela Periódica do Universo*; uma vez que se estrutura em um conjunto de atividades e programações advindas da aludida pesquisa desenvolvida no curso de Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Astronomia, da Universidade Estadual de Feira de Santana; constituindo aqueles em duas dessas atividades, a serem aplicadas, respectivamente, em sua quinta e sétima etapa.

As atividades que fazem parte dessa sequência didática foram elaboradas levando-se em conta uma gradação crescente de dificuldades. Figura, pois, como um instrumento para aplicação prática de conteúdos acerca da ciência dos astros, atinentes ao tema da pesquisa em foco, numa confluência interdisciplinar entre as disciplinas Química e Biologia, do primeiro ano do Ensino Médio e a Astronomia, possibilitando a transposição didática entre o saber científico em Astronomia, concernente ao Sistema Solar sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra, bem como acerca da origem dos elementos químicos para a devida apreensão desses conhecimentos por alunos do primeiro ano do Ensino Médio.

Elaborada sob a orientação da Professora Doutora Vera Aparecida Fernandes Martin, tem por objetivo, partindo dos conhecimentos prévios relevantes que o aluno traz sobre o tema, a incorporação de novos conhecimentos de maneira a ampliar e reestruturar conhecimentos pretéritos que o aluno possua acerca do Sistema Solar e a origem dos elementos químicos; no contexto de uma aprendizagem significativa, portanto ativa, de apreensão de saberes científicos.

É composta de oito etapas que abarcam, de maneira geral, desde um questionário investigativo (Apêndice 1) por meio do qual buscamos esmiuçar quais são os conhecimentos prévios que os alunos possuem em relação ao tema em foco; as aulas expositivas dialógicas elaboradas com o fito de se dar evidência e direcionamento científico à divulgação desse conhecimento astronômico; bem como aplicação de atividades paralelas; tudo com o intuito maior de melhor promover a construção, apreensão de novos conhecimentos, pelos alunos, acerca da ciência dos astros.

A aprendizagem por si só é um processo dinâmico, destarte, os instrumentos utilizados na sua efetivação também o são. Logo, nossa sequência didática não se constituiu em algo absoluto, mas em um instrumento maleável, portanto, modificável; adaptável, ao público a que se destina. Ademais ela não se resume em si mesma, constituindo apenas uma entre as diversas possibilidades de meios de apreensão de conhecimentos em Astronomia.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	4
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	4
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	4
<b>3. POR QUE FAZER USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	5
<b>4. ESTRUTURA GERAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	7
<b>5. ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b> .....	8
5.1 Primeira etapa: <b>No encaço dos conhecimentos prévios relevantes em Astronomia</b> .....	8
5.2 Segunda etapa: <b>Uma exposição dialogada sobre Universo, Sistema Solar e Elementos Químicos</b> .....	9
5.3 Terceira etapa: <b>Uma viagem do Sol a Netuno com escala nos demais planetas do Sistema Solar</b> .....	10
5.4 Quarta etapa: <b>Fatores abióticos, pré-requisitos para a habitabilidade</b> .....	11
5.5 Quinta etapa: <b>Aplicação do jogo – Sinuca dos Planetas e Alguns Satélites Naturais Componentes do Sistema Solar</b> .....	12
5.6 Sexta etapa: <b>Na trilha por conhecimentos inerentes à formação, origem do elementos químicos</b> .....	14
5.7 Sétima etapa: <b>Aplicação do jogo: Elementos Químicos – A Tabela Periódica do Universo</b> .....	15
5.8 Oitava etapa: <b>Elementos Químicos, Sistema Solar, Planetas, Satélites Naturais e Vida; sistematização final</b> .....	16
<b>6. AVALIAÇÃO</b> .....	17
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	18
<b>BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR</b> .....	21
<b>APÊNDICE 1 – Questionário de averiguação de conhecimentos prévios em Astronomia</b> .....	26
<b>APÊNDICE 2 - Atividade da terceira etapa- Uma viagem do sol a Netuno com escala nos demais planetas do Sistema Solar</b> .....	31
<b>APÊNDICE 3 - Atividade da quarta etapa – Fatores abióticos, os pré-requisitos para a habitabilidade</b> .....	33

<b>APÊNDICE 4 – Encarte teórico a ser fornecido às equipes quando da execução da atividade da quarta etapa.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>54</b>
<b>Termo de validação do produto educacional .....</b>	<b>55</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O que versa a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) acerca do ensino de Astronomia, no Ensino Médio? A BNCC não enfoca a ciência Astronomia, enquanto disciplina, em nível algum da educação básica. Contudo, possibilita que temas inerentes à Astronomia sejam abordados sob o viés da transversalidade.

Assim, na BNCC, para o Ensino Fundamental, alguns temas, concernentes a esta área do conhecimento, foram programados, para serem enfocados nas áreas do conhecimento nominadas: Ciências da Natureza e Ciências Humanas, sob a batuta, tão somente, respectivamente, das disciplinas: Ciências e Geografia; numa clara mitigação do poder interdisciplinar da ciência dos astros.

Contudo, para o Ensino Médio, nada foi dito; o que nos fazem recorrer aos PCN (BRASIL, 1997, 1998, 2002); que frente à BNCC foram relocados para o status de documentam orientadores. E para este nível educacional norteia que o ensino de Astronomia seja utilizado para estabelecer relações interdisciplinares em suas relações, eminentemente com a Física; quando tal disciplina enfoca tópicos relacionados à Gravitação e à movimentação relativa do Sol, da Lua e dos planetas concernentes ao Sistema Solar.

Tais orientações encontram-se destituídas de substância, haja vista que quando pressupõe que a Física seja a única disciplina, ministrada no Ensino Médio, a que a ciência da Astronomia possa e deva estabelecer relações, erige, com essa visão, uma interdisciplinaridade infirmada, vez que calcada, eminentemente, em um forte vínculo com os conhecimentos advindos, exclusivamente, da Física; relegando sua integração, igualmente, com outras áreas do conhecimento.

Logo, como não bastasse a Astronomia não se constituir em uma disciplina a ser ministrada na educação básica; tem seu potencial de abordagem transversal restrito, documentalmente, a um reduzido, senão ínfimo, rol de disciplinas ditas oficiais.

Nesta senda, utilizando-se de uma transversalidade interdisciplinar, propõe-se, por meio dessa Sequência Didática apresentar aos jovens, na etapa final da educação básica, uma Astronomia que lhes seja mais atraente – com um cunho, científico tecnológico contemporâneo, trilhado pela Astrofísica, no contexto de uma Astrofísica Interdisciplinar, levando o aluno a enveredar-se pela busca de conhecimento a fim de entender

como se formou nosso sistema planetário, quais importantes fenômenos levaram a Terra a assumir a sua privilegiada posição, no contexto do sistema solar; quais os planetas que supostamente a possibilitaram atingir a estabilidade relativa que hoje ela ostenta; qual a origem das substâncias que participaram da sua formação e das que se encontram na sua atmosfera e superfície propiciando, nela, o florescimento e manutenção da vida como a conhecemos.

A literatura contemporânea predetermina que o ensino de Astronomia deva ser motivador e interessante para a educação básica; entretanto, os conteúdos, concernentes ao campo da ciência astronômica, presentes nas Orientações Curriculares Nacionais, mostram-se pouco atrativos; desmotivadores a professores e alunos, muitas vezes, até por conta do não domínio do mestre, acerca dos temas inerentes a esta ciência. Fator, esse, inviabilizador da apreensão de um saber astronômico que não abre mão, de um estudo em Astronomia, que transcenda às disciplinas: Ciências – no Ensino Fundamental e, Física - no Ensino Médio.

Premente, então, a necessidade de uma recontextualização do ensino de Astronomia, com a devida preparação dos professores, a permitir a esta ciência permear outras áreas do saber, na educação básica, como por exemplo, nas disciplinas Biologia e Química do Ensino Médio; viabilizando, deste modo, o ensino de uma Astrofísica Interdisciplinar (PEIXOTO; KLEINKE, 2016).

Comumente a literatura traz que a Astronomia é uma ciência repleta de temas interessantes e motivadores que, por si só, gerariam reflexões na sala de aula. Todavia, esse discurso é meramente retórico, haja vista que pouco ou nada é mencionado acerca de quais temas, na seara astronômica, realmente provocariam interesse no alunato, bem como nos professores – os intermediadores dos conhecimentos a serem apreendidos no âmbito escolar.

Langhi e Nardi (2010) apontam que o aprendizado, em Astronomia, se processa por duas vias – por meio da educação formal e das atividades não formais. Sendo os conhecimentos de Astronomia, adquiridos por intermédio da educação não formal, o liame que possibilita uma aparente popularização da ciência astronômica; seja por meio de enfoque midiático do lançamento de um foguete, ou por meio da divulgação de filmes na área da ficção científica que aborde, de maneira equivocada ou não, conhecimentos inerentes à ciência em foco.

Todavia, fato é que, a devida apreensão de conhecimentos em Astronomia é algo que se encontra distante do ensino ofertado a toda população vez que, em geral, temas relacionados à ciência dos astros sequer são abordados no contexto da Educação Básica.

Destarte, relevante se mostra a Sequência Didática, ora apresentada, uma vez que se constitui em um instrumento estruturado para a divulgação e desenvolvimento, na sala de aula e em outros ambientes, da construção e incorporação de conhecimentos científicos acerca dos temas elencados; contribuindo, assim, para uma adequada (não fictícia) popularização de conhecimentos concernentes à Astronomia.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

- Proporcionar a alunos do primeiro ano do Ensino Médio uma aprendizagem significativa, concernente à Astronomia, acerca do Sistema Solar sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra, bem como sobre a origem dos elementos químicos.

### 2.2 Objetivos específicos

- Entender a origem do Universo segundo a teoria do Big Bang;
- Compreender como deu a formação de nosso sistema planetário;
- Entender quais os importantes fenômenos que levaram a Terra a assumir a privilegiada posição que hoje ocupa, no contexto do sistema solar;
- Saber quais são os planetas e satélite natural que supostamente possibilitaram a Terra atingir a estabilidade relativa que hoje ostenta;
- Conhecer a origem dos elementos químicos;
- Apreender qual a origem das substâncias que participaram da sua formação e das que se encontram na sua atmosfera e superfície propiciando, nela, o florescimento e manutenção da vida como a conhecemos.
- Possibilitar a condensação dos conhecimentos construídos, ao longo de suas cinco primeiras etapas, por meio da aplicação de dois jogos (atividades lúdicas pedagógicas) que compõem a sua sexta e sétima etapas, nominados, respectivamente, de: *Sinuca dos Planetas e Alguns Satélites Naturais Componentes do Sistema Solar*, e o outro: *Elementos Químicos – A Tabela Periódica do Universo*.
- Verificar, por meio de um debate de retomada das questões pontuadas no pré-teste (questionário investigativo ministrado na primeira etapa da sequência didática) o grau final, dentro do quadro da aprendizagem significativa proposta, da assimilação dos conhecimentos abordados.

### 3. POR QUE FAZER USO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Como exposto alhures, a sequência didática proposta constitui em um dos três produtos educacionais que emanam da pesquisa nominada: *O Sistema Solar Sob a Perspectiva Biológica e Química do Planeta Terra*; apresentada no curso de Mestrado Profissional de Astronomia da Universidade Estadual de Feira de Santana. A pesquisa, em si, traz ao alunato uma abordagem interdisciplinar de temas relacionados à Astronomia quando do ministrar de alguns conteúdos das disciplinas Química e Biologia do primeiro ano do Ensino Médio.

Ante a complexidade de tais conhecimentos, muitos deles afetos à área da Astrofísica, necessário se faz buscar um meio de dinamizar essa aprendizagem, lançado mão de estratégias que consubstanciem a sua apreensão de modo que o aluno, em um processo contínuo de intermediação pelo professor, gradativamente possa assumir, mais e mais, um papel ativo nesse processo de aquisição de conhecimento.

Para tanto, elegemos uma sequência didática como estratégia para dinamizar a aprendizagem, junto aos alunos, dos conhecimentos acerca dos temas propostos.

Zabala (1998, p. 18) traz que as sequências didáticas são atividades ordenadas de maneira articulada destinadas a “realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos estudantes”.

Portanto, uma sequência didática constitui-se em uma série de atividades que têm como eixo um mesmo conteúdo ou problemática, em ordem crescente de graus dificuldade, planejadas e articuladas entre si, de modo lógico, a fim de possibilitar o desenvolvimento de cada uma das etapas ou fases que a constitui (NUNES; NUNES, 2019; DOLZ, 2004; BROUSSEAU, 2008).

O objetivo que emana de uma sequência didática, por conseguinte, é o de ensinar conteúdos de forma consciente e segundo estratégias adequadas a cada tipo de conteúdo, prevendo o tempo de suas execuções e as adequações que exigem para que o conteúdo a que se referem seja apreendido pelo alunato.

Ela deve ser organizada de maneira a prever a ordem em que as atividades serão propostas, os objetivos, os conteúdos, os materiais, as etapas do desenvolvimento e a maneira como será feita a avaliação.

Por meio dessa organização busca-se tornar o ensino mais significativo para o aluno, desenvolvendo: uma problematização motivadora, o levantamento de conhecimentos prévios dos alunos acerca do tema, sucessivas maneiras de investigação - de acordo com o aprofundamento gradual, a finalização ou conclusão da mesma e, uma derradeira avaliação para que seja mensurado o ganho de conhecimento total pelos alunos.

A metodologia de ensino nominada sequência didática surge, no Brasil, com os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1998). Os mesmos referendam a utilização de sequências didáticas como relevantes instrumentos na construção de conhecimentos, haja vista que o professor, ao delas se utilizar, terá a liberdade, dentro do desenvolvimento de um conhecimento específico, para fazer a inserção de uma gama de atividades que o possibilite intermediar a apreensão de conhecimentos pelos alunos, partindo de uma sondagem dos conhecimentos prévios dos alunos à elaboração própria e estruturada de conceitos sobre o conteúdo abordado.

A sequência didática, por nós estruturada, intitulada *Sistema Solar, Elementos químicos, substâncias, Terra e Vida*, segue os pressupostos gerais acima evidenciados. Ela compõe-se de oito etapas que abarcam, de maneira geral, desde um questionário investigativo (Apêndice 1 desse encarte e apêndice 2 da dissertação), por meio do qual buscamos esmiuçar quais são os conhecimentos prévios (subsunçores)\* que os alunos possuem em relação ao tema em foco, a aulas expositivas dialógicas elaboradas com o fito de se dar evidência e direcionamento científico à divulgação desse conhecimento em Astronomia; bem como a aplicação de atividades paralelas a serem ministradas, tudo com o intuito maior de melhor promover a construção e apreensão de novos conhecimentos, pelos alunos, acerca da ciência dos astros. Nossa sequência didática encontra-se pormenorizada nos tópicos que se seguem.

---

\* Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto (AUSUBEL apud MOREIRA, 2010).

#### 4. ESTRUTURA GERAL DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1º ETAPA	2ª ETAPA	3ª ETAPA	4ª ETAPA	5ª ETAPA	6ª ETAPA	7ª ETAPA	8ª ETAPA
Investigando o que os alunos sabem sobre os temas propostos	Uma exposição dialogada sobre Universo, Sistema Solar e Elementos Químicos	Uma viagem do Sol a Netuno com escala nos demais planetas do Sistema Solar	Fatores abióticos, pré-requisitos para a habitabilidade	Aplicação do jogo – <i>Sinuca dos Planetas e Alguns Satélites Naturais Componentes do Sistema Solar</i>	Na trilha por conhecimentos inerentes à formação, origem dos elementos químicos	Aplicação do jogo: <i>Elementos Químicos – A Tabela Periódica do Universo</i>	Elementos Químicos, Sistema Solar, Planetas, Satélites Naturais e Vida; sistematizando os conhecimentos apreendidos
Identificar os conhecimentos prévios (subsunçores) que os alunos trazem acerca da origem do Universo, do Sistema Solar e da origem, formação dos elementos químicos; bem como por quais meios os alunos adquiriram tais conhecimentos.	Compreender que estamos inseridos em um contexto maior que a Terra chamado Universo ou Cosmo. Entender que segundo a corrente teórica mais aceita o Universo se originou de uma grande explosão denominada Big-Bang. Da sua evolução se originou as estrelas, os planetas e etc.	Identificar quais planetas compõem o Sistema Solar e qual a distância, em quilômetros, cada um deles se encontra em relação ao Sol. Realizar a conversão dessas distâncias para notação científica e Trabalhar a relação de proporcionalidade entre as distâncias reais desses planetas, em relação ao Sol, em uma situação hipotética.	Compreender a possibilidade de existência de vida em outros planetas e satélites naturais do Sistema Solar. Reforçar os conhecimentos apreendidos sob uma nova perspectiva. Compreender o significado e amplitude do vocábulo habitabilidade. Entender qual o conjunto básico de critérios (fatores abióticos) que um planeta ou lua deve possuir para que a vida nele se desenvolva.	Ser usado como atividade lúdica a consolidar todo o conhecimento trabalhado; uma vez que enfoca os planetas componentes do Sistema Solar bem como alguns satélites naturais, sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra. Trabalhar as variantes físicas e químicas que possibilitaram a existência da vida, até agora provada, somente no planeta Terra.	Possibilitar aos alunos apreenderem conhecimentos sobre a formação, origem dos elementos químicos quando do ministrar do conteúdo Tabela Periódica, nas turmas de primeiro ano do Ensino Médio; estabelecendo uma estreita relação deste conteúdo com temas afins advindos da Astronomia.	Ser usado para a promoção de uma atividade lúdica, abordando a origem cósmica dos elementos químicos, com a intenção de evidenciar o ponto de interdisciplinaridade entre o conteúdo - Tabela Periódica, contido no programa da Disciplina Química do primeiro ano do Ensino Médio, e a Astronomia.	Promover a certificação final do grau de apreensão dos conhecimentos trabalhado ao longo da sequência didática aplicada.

## 5. ETAPAS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

SISTEMA SOLAR, ELEMENTOS QUÍMICOS, SUBSTÂNCIAS, TERRA E VIDA				
<p><b>Objetivo geral:</b> Proporcionar a alunos do primeiro ano do Ensino Médio uma aprendizagem significativa, concernente à Astronomia, acerca do Sistema Solar sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra, bem como sobre a origem dos elementos químicos.</p>				
<p>5.1 Primeira etapa: <b>No encaço dos conhecimentos prévios relevantes em Astronomia</b></p>				
Objetivos	Propostas	Ações e atividades	Recursos	Duração
<p>Identificar os conhecimentos prévios (subsúcores) acerca da origem do Universo, do Sistema Solar e da origem, formação dos elementos químicos.</p> <p>Identificar os meios pelos quais o aluno obtém conhecimentos concernentes à Astronomia.</p>	<p>Realizar o levantamento dos conhecimentos do aluno sobre: a origem do Universo, o Sistema Solar e a origem dos elementos químicos.</p> <p>Fazer o levantamento, também acerca de quais meios os alunos adquirem conhecimentos afetos à ciência dos astros e qual o nível de interesse deles, em relação a tais assuntos.</p>	<p>Apresentar aos alunos os objetivos da ação diagnóstica;</p> <p>Aplicar o questionário investigativo, em anexo, composto por questões objetivas e discursivas - com o intuito de se fazer o levantamento dos conhecimentos prévios (subsúcores) dos alunos acerca: da origem do Universo, do Sistema Solar e da origem dos elementos químicos; bem como por questionamento sobre os meios pelos quais o aluno adquiriu esses conhecimentos e o grau de interesse dele por tais temas.</p>	<p>Questionário; Papel A4; Impressora; Caneta; Lápis de cor.</p>	<p>1 aula 50 min.</p>

## SISTEMA SOLAR, ELEMENTOS QUÍMICOS, SUBSTÂNCIAS, TERRA E VIDA

**Objetivo geral:** Proporcionar a alunos do primeiro ano do Ensino Médio uma aprendizagem significativa, concernente à Astronomia, acerca do Sistema Solar sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra, bem como sobre a origem dos elementos químicos.

### 5.2 Segunda etapa: Uma exposição dialogada sobre Universo, Sistema Solar e Elementos Químicos

Objetivos	Propostas	Ações e atividades	Recursos	Duração
<p>Compreender que estamos inseridos em um universo maior que a Terra chamado Universo ou Cosmo.</p> <p>Entender que segundo a corrente teórica mais aceita este universo se originou de uma grande explosão nominada Big-Bang e a partir de sua evolução se originou as estrelas, os planetas e etc.</p>	<p>Elaborar organizador prévio expositivo (no caso, aula dialógica expositiva com o auxílio de slides e vídeos) para a inserção dos subsunções acerca do Big-Bang, nebulosa planetária, sistema planetário (Sistema Solar), estrelas e elementos químicos.</p>	<p>Antes e durante a exposição suscitar debates pílulas que abordem questionamentos acerca de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como o Universo, no contexto da Ciência, surgiu; qual seria, aproximadamente, a sua idade e quais as estruturas que dele fazem parte.</li> <li>• Como se formou nosso sistema planetário e,</li> <li>• Como e onde os elementos químicos se formam.</li> </ul> <p>Os vídeos utilizados nesta aula:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>ABC da Astronomia   Big Bang</b> (4 min.) disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=CH24yfMrA94">https://www.youtube.com/watch?v=CH24yfMrA94</a>;</li> <li>2. <b>A formação do Sistema Solar</b> (19 mim.). Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=9nQHTGtZev8">https://www.youtube.com/watch?v=9nQHTGtZev8</a></li> <li>3. <b>Sistema Solar</b> (7 min.). Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=aJhEMg934TU">https://www.youtube.com/watch?v=aJhEMg934TU</a>;</li> <li>4. <b>A Origem dos Elementos Químicos</b> (8 min.). Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Oe70vSExSpg">https://www.youtube.com/watch?v=Oe70vSExSpg</a></li> </ol>	<p>Notebook; Retroprojeter; Apresentação do conteúdo em slides, intercalado com a exibição dos vídeos em momento oportuno da abordagem de cada assunto.</p>	<p>Duas aulas 100 min.</p>

**SISTEMA SOLAR, ELEMENTOS QUÍMICOS, SUBSTÂNCIAS, TERRA E VIDA**

**Objetivo geral:** Proporcionar a alunos do primeiro ano do Ensino Médio uma aprendizagem significativa, concernente à Astronomia, acerca do Sistema Solar sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra, bem como sobre a origem dos elementos químicos.

**5.3 Terceira etapa: Uma viagem do Sol a Netuno com escala nos demais planetas do Sistema Solar**

<b>Objetivos</b>	<b>Propostas</b>	<b>Ações e atividades</b>	<b>Recursos</b>	<b>Duração</b>
<p>Identificar quais planetas compõem o Sistema Solar.</p> <p>Saber qual a distância, em quilômetros, cada planeta se encontra em relação ao Sol.</p> <p>Realizar a conversão dessas distâncias para notação científica.</p> <p>Trabalhar, na prática, a relação de proporcionalidade entre as distâncias reais desses planetas em relação ao Sol em uma situação hipotética.</p>	<p>Proporcionar aos alunos, a aquisição de conhecimentos concernentes à quantidade e nomenclatura dos planetas que fazem parte do sistema solar, bem como a distância que cada um se encontra do Sol.</p>	<p>A atividade, concernente a esta etapa, devidamente pormenorizada, se encontra inserta no apêndice 2.</p> <p>Para a realização da mesma a turma será dividida em oito equipes de 05 componentes. Em aula anterior será solicitado aos alunos que tragam no dia marcado para o desenvolvimento da atividade, os materiais listados ao lado com exceção do estilete, do barbante, do papel A4 e da impressora.</p> <p>A escola irá fornecer para cada equipe um segmento de barbante de 12 m, um estilete, e a folha atividade, contendo as instruções para o desenvolvimento da mesma.</p> <p>Em síntese, a atividade (inserta no apêndice 2) consiste nos alunos, fazendo uso de notação científica, encontrar a distância proporcional de cada planeta, em relação ao Sol, em um segmento de barbante de 10 metros de comprimento, descontando a sobra de um metro em cada extremidade para a amarração do conjunto.</p>	<p>Fita métrica ou trena; Estilete e tesoura; Tinta guache: preta, branca, vermelha, azul escuro, azul claro, amarela, verde, laranja; Pelo menos dois pincéis – um de numeração: 456-16; o outro, 476; Cola do tipo Tenaz; Uma caixa média ou grande de papelão; Um rolo de barbante; Papel A4; Impressora; Lápis, caneta e borracha</p>	<p>Duas aulas 100 min.</p>

## SISTEMA SOLAR, ELEMENTOS QUÍMICOS, SUBSTÂNCIAS, TERRA E VIDA

**Objetivo geral:** Proporcionar a alunos do primeiro ano do Ensino Médio uma aprendizagem significativa, concernente à Astronomia, acerca do Sistema Solar sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra, bem como sobre a origem dos elementos químicos.

### 5.4 Quarta etapa: Fatores abióticos, pré-requisitos para a habitabilidade

Objetivos	Propostas	Ações e atividades	Recursos	Duração
<p>Compreender a possibilidade de existência de vida em outros planetas e em alguns satélites naturais (luas) do Sistema Solar.</p> <p>Reforçar o conhecimento apreendido, na etapa anterior, acerca do Sistema Solar, sob uma nova perspectiva.</p> <p>Compreender o significado e amplitude do vocábulo habitabilidade, no contexto, da ciência dos astros.</p> <p>Entender qual o conjunto básico de critérios (fatores abióticos) que um planeta ou lua deve possuir para que a vida nele se desenvolva.</p>	<p>Proporcionar aos alunos, a aquisição de conhecimentos concernentes à possibilidade de existência de vida em outros planetas ou satélites naturais do Sistema solar; a amplitude do termo habitabilidade; de maneira a conseguir listar o conjunto das condições abióticas que um planeta ou satélite natural deve possuir para ser considerado habitável.</p>	<p>Inicialmente será suscitado um debate entre os alunos para se fazer um levantamento do que eles sabem sobre habitabilidade. Para tanto será feito, a eles, gradativamente, três questionamentos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) O que deve existir em um planeta ou satélite natural (lua) para que a vida nele possa desenvolver e se manter?</li> <li>2) Quais são os fatores que agem como limitadores da vida?</li> <li>3) E um sistema planetário, que é uma zona habitável?</li> </ol> <p>Em seguida será exibido o vídeo: <b>Será que existe vida fora da Terra?</b> (6 min.). Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=dtk-KLj8Drs">https://www.youtube.com/watch?v=dtk-KLj8Drs</a></p> <p>Por último, os alunos formarão equipes de quatro componentes. Cada equipe receberá um encarte (material de consulta encadernado) contendo imagens e informações essenciais, essenciais à análise da habitabilidade, dos planetas e de alguns satélites naturais (luas) pertencentes ao Sistema Solar. Além do encarte, será entregue às equipes uma folha contendo a atividade a desenvolver; nominada: <i>Fatores abióticos pré-requisitos para a habitabilidade</i>. Por meio dela, em síntese, a equipe irá identificar quais fatores abióticos estão presentes em cada astro e justificar se a existência de vida nele é possível, provável ou improvável. A atividade encontra-se inserta no apêndice.</p>	<p>Encarte (material de consulta encadernado); Papel A4 Lápis de cor, nas cores amarela, vermelha e verde; Caneta; Impressora; Projeter; Notebook; Apresentação de slides.</p>	<p>Duas horas aulas (100 min.)</p>

## SISTEMA SOLAR, ELEMENTOS QUÍMICOS, SUBSTÂNCIAS, TERRA E VIDA

**Objetivo geral:** Proporcionar a alunos do primeiro ano do Ensino Médio uma aprendizagem significativa, concernente à Astronomia, acerca do Sistema Solar sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra, bem como sobre a origem dos elementos químicos.

### 5.5 Quinta etapa: *Aplicação do jogo – Sinuca dos Planetas e Alguns Satélites Naturais Componentes do Sistema Solar*

Objetivos	Propostas	Ações e atividades	Recursos	Duração
<p>Ser usado como atividade lúdica aplicada junto aos alunos do Ensino Médio da Rede Pública de Ensino do Estado da Bahia; de maneira a considerar todo o conhecimento previamente trabalhado; uma vez que o jogo enfoca os planetas componentes do Sistema Solar bem como alguns satélites naturais, sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra. Busca-se com o jogo, também, trabalhar as variantes físicas e químicas que possibilitaram a existência, neste sistema planetário, da vida até agora provada, somente no planeta Terra.</p>	<p>O jogo, montado com materiais de baixíssimo custo, consiste em um tradicional jogo de sinuca (bilhar) adaptado ao ensino aprendizagem de conhecimentos acerca dos planetas e de alguns satélites naturais componentes sistema solar.</p>	<p>Formar 8 equipes de 5 alunos. Cada equipe escolherá dois sinuqueiros, ficando estes responsáveis por encaçaparem os planetas e satélites.</p> <p>Os 3 alunos restantes, de cada equipe, ficam responsáveis pela dinâmica que corre em paralelo ao encaçapamento de cada astro pelo sinuqueiro da equipe. Cada uma das equipes oponentes recebe um conjunto de peças composto de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nove estratos retangulares de isopor, encapados com E.V.A. com glitter.</li> <li>• Um conjunto composto por imagens/hastes de cada astro representado no jogo.</li> <li>• Bandeirinhas/hastes (para alguns astros serão onze, para outros doze), contendo informações acerca de cada astro representado no jogo.</li> </ul> <p>Quando os sinuqueiros da equipe encaçapar um astro, o grupo de apoio terá 4 minutos para montar o arcabouço – garimpando as peças correspondentes em meio ao conjunto total de peças recebidas.</p> <p>A primeira peça a ser colocada (fincada), em uma das extremidades do comprimento da base, será a imagem/haste do astro encaçapado. As bandeirinhas/hastes contendo informações sobre o astro representado devem ser ficadas à frente da imagem deste.</p> <p>Acaso a equipe não consiga completar a tarefa, no tempo regulamentar, o astro encaçapado volta à mesa de jogo no momento em que for a vez do sinuqueiro da equipe</p>	<p>Quatro mesas de sinucas, quatro tacos; 26 bolas astros (dois conjuntos compostos de oito planetas, o Sol e quatro satélites naturais) e uma bola branca.</p> <p>Dois conjuntos (um para cada equipe) de nove Bases retangulares de isopor encapados com E.V.A. acompanhados de um conjunto composto por imagens/hastes de cada astro representado no jogo e um conjunto de Bandeirinhas/hastes (para alguns serão onze, para outros doze), contendo informações acerca da distância ao Sol, massa, densidade, diâmetro, temperatura média, etc, sobre cada astro representado no jogo.</p>	<p>Duas aulas 100min.</p>

		<p>jogar novamente, mas será a equipe oponente que determinará em que local da mesa o astro deverá ser repostado e que efetuará a reposição.</p> <p>A equipe penalizada, com o retorno da bola-astro ao jogo, só poderá dar continuidade à montagem do estrato quando o seu sinuqueiro encaçapar, novamente, a bola-astro correspondente. A equipe terá, então, mais 2 minutos para completar o estrato.</p> <p>Vence o jogo a equipe que primeiro conseguir encaçapar o conjunto formado pelo Sol, pelos oito planetas e pelos 4 (quatro) satélites naturais representados no jogo e, simultaneamente, completar a base correspondente a cada astro.</p>		
--	--	---	--	--

**SISTEMA SOLAR, ELEMENTOS QUÍMICOS, SUBSTÂNCIAS, TERRA E VIDA**

**Objetivo geral:** Proporcionar a alunos do primeiro ano do Ensino Médio uma aprendizagem significativa, concernente à Astronomia, acerca do Sistema Solar sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra, bem como sobre a origem dos elementos químicos.

**5.6 Sexta etapa: Na trilha por conhecimentos inerentes à formação, origem do elementos químicos**

<b>Objetivos</b>	<b>Propostas</b>	<b>Ações e atividades</b>	<b>Recursos</b>	<b>Duração</b>
Possibilitar aos alunos apreenderem conhecimentos sobre a formação, origem dos elementos químicos quando do ministrar do conteúdo Tabela Periódica, nas turmas de primeiro ano do Ensino Médio, estabelecendo uma estreita relação deste conteúdo com temas afins advindos da astronomia.	Aula expositiva dialógica.  Explicação do conteúdo Tabela Periódica ministrado na disciplina química.	No transcorrer da aplicação do conteúdo Tabela Periódica, os alunos serão instados a se manifestarem sobre como, quando e onde acreditam que os elementos químicos tenham surgido.  Pretende-se, com esta sondagem, gerar um debate, mesmo que incipiente, a respeito dos questionamentos lançados.  As contribuições servirão de deixa/mote para se trabalhar, junto aos alunos, a relação da Química e da Biologia com temas advindos da ciência dos astros, explanando que os elementos químicos se originaram no espaço; alguns deles, como por exemplo, hidrogênio e hélio, ao tempo inicial da formação do Universo e os demais durante a evolução do mesmo; precisamente, com a formação, evolução das primeiras estrelas.  Por meio de slides, serão mostradas imagens representativas da evolução do Universo a partir do Big Bang e dos principais tipos de estrelas com o objetivo de evidenciar onde a maioria dos elementos químicos são produzidos.  Ao final, será exibido um vídeo acerca da origem dos elementos químicos, buscando com ele atingir solidez do conhecimento ministrado, ao mesmo tempo que se intensifica nos alunos a certeza de que nosso planeta não é uma ilha isolada em si, e, sim, uma ínfima parte de um todo complexo chamado Universo. Portanto, o que se tem em nosso planeta, não é, necessariamente, originariamente a ele pertencente.	Slides Vídeo – A Origem dos Elementos Químicos / Profissão Químico; duração: 8,5 minutos. Disponível em: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Oe70vSExSpg">https://www.youtube.com/watch?v=Oe70vSExSpg</a> Pôster da tabela periódica.	Duas aulas 100 min.

## SISTEMA SOLAR, ELEMENTOS QUÍMICOS, SUBSTÂNCIAS, TERRA E VIDA

**Objetivo geral:** Proporcionar a alunos do primeiro ano do Ensino Médio uma aprendizagem significativa, concernente à Astronomia, acerca do Sistema Solar sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra, bem como sobre a origem dos elementos químicos.

### 5.7 Sétima etapa: **Aplicação do jogo: *Elementos Químicos – A Tabela Periódica do Universo***

Objetivos	Propostas	Ações e atividades	Recursos	Duração
<p>Ser usado para a promoção de uma atividade lúdica, abordando a origem cósmica dos elementos químicos, com a intenção de evidenciar o ponto de interdisciplinaridade entre o conteúdo - Tabela Periódica, contido no programa da Disciplina Química do primeiro ano do Ensino Médio, e a Astronomia.</p>	<p>Este jogo, confeccionado com materiais de baixíssimo custo, consiste em uma tabela periódica formada por um substrato montado com gargalos de garrafas pet de refrigerante, nos quais serão enroscadas as tampinhas. Estas trazem o símbolo do elemento químico, seu número atômico e de massa; bem como a marcação de cores que correlacionam os locais do Universo ou astros em que os respectivos elementos foram</p>	<p>O jogo consiste em abordar a origem - formação cósmica dos elementos químicos que, comumente, são apresentados aos alunos tão somente por meio da tabela periódica sem que se faça qualquer relação da existência/formação deles com a Astronomia.</p> <p>Ele constará do arcabouço de uma tabela periódica sob a ótica da origem e formação dos elementos químicos que a compõe.</p> <p>A base, na qual se assentará o arcabouço da Tabela Periódica, será confeccionada em papelão e sobre ela serão colados, com cola instantânea, os gargalos de garrafas (refrigerantes ou afins) pets de maneira a simular a estrutura (arcabouço) da tabela (grupos e períodos).</p> <p>As tampinhas serão pintadas de preto e sobre cada uma delas será grafado (pintado), de branco, o símbolo do elemento químico que representa, bem como seu número atômico e de massa.</p> <p>No espaço restante, da superfície superior das tampinhas, serão feitas marcas com tintas de cores diferentes; de maneira a identificar, por meio dessas cores diferenciais (determinadas em uma grade de cores) se o elemento foi produzido quando da origem do Big Bang, da fusão de raios cósmicos ou do processo de evolução de uma estrela que; engloba, a depender do tipo da estrela; a morte das de baixa massa, a explosão das</p>	<p>138 gargalos e tampas de garrafas (de refrigerantes) pet. Portanto 138 garrafas pets de uma mesma marca (para cada jogo), pois as tampas e o anel da base dos gargalos têm de ser da mesma cor.</p> <p>Uma caixa de papelão em que duas das laterais tenham, no mínimo, as dimensões de 45 centímetro de largura por 75 centímetro de comprimento;</p> <p>Tesoura, cola instantânea, estilete, serra;</p> <p>Três pinceis (fio de cabelo) condor 407-0 e um pincel condor chato n. 2;</p> <p>Tinta PVA – fosca para artesanato (preta, laranja, amarela, rosa, verde musgo, verde folha, azul turquesa, marrom, vermelho fogo e branca e verniz acrílico brilhante);</p> <p>38 centímetros de corda (para a alça), 10 folhas de E.V.A. com glitter, de 40 por 48 cm;</p> <p>Um conjunto de 11 pacotinhos de fita de cetim, face simples, com 7 mm de largura (11 cores diferenciais, entre elas, a cor preta),</p> <p>Papel para confecção de convites de casamento e/ou aniversário, impressora.</p>	<p>Duas aulas 100 min.</p>

	e/ou são produzidos.	massivas, a fusão das de nêutrons e explosão das anãs brancas. A base do gargalo, onde se encontra o anel do lacre da tampa (separado da tampa quando da abertura do refrigerante), será revestida de fita de cetim de cor específica a depender a que agrupamento (não metal, gases nobres, metais alcalinos, metais alcalino-terrosos, semimetais, halogênios, metais de transição, lantanídeos, actinídeos, etc.) o elemento pertença. Serão confeccionadas, também, cartões-pistas contendo informações variadas sobre os elementos.		
--	----------------------	---	--	--

### SISTEMA SOLAR, ELEMENTOS QUÍMICOS, SUBSTÂNCIAS, TERRA E VIDA

**Objetivo geral:** Proporcionar a alunos do primeiro ano do Ensino Médio uma aprendizagem significativa, concernente à Astronomia, acerca do Sistema Solar sob a perspectiva biológica e química do planeta Terra, bem como sobre a origem dos elementos químicos.

#### 5.8 Oitava etapa: Elementos Químicos, Sistema Solar, Planetas, Satélites Naturais e Vida; sistematização final

Objetivos	Propostas	Ações e atividades	Recursos	Duração
Promover a certificação final do grau de apreensão, por parte dos alunos, dos conhecimentos trabalhados ao longo da sequência didática aplicada.	Propomos a sistematização dos conhecimentos apreendidos por meio de debate interpessoal acerca dos temas trabalhados ao longo de toda a sequência didática.	Os alunos serão divididos em dois grupos, organizados em linhas de carteiras paralelas às laterais da sala; um grupo de frente para o outro. O professor promoverá, com o apanhado que fez do questionário investigativo, aplicado na primeira etapa, perguntas suscitando a participação dos alunos, acerca do que foi explanado e desenvolvido ao longo do processo da sequência didática proposta.	A dialética – para se apreender o grau final de aprendizagem, conhecimento dos alunos acerca dos temas abordados ao longo da sequência didática proposta, mensurando, assim, o grau de poder argumentativo dos alunos no que concerne aos temas inerentes à ciência dos astros trabalhados durante todo o processo.	Duas aulas 100 min.

## **6. AVALIAÇÃO**

A avaliação se dará continuamente ao longo do desenvolvimento de cada etapa da sequência didática. A presença do aluno às aulas, bem como sua dialética e o comprometimento no desenvolvimento das atividades propostas serão os critérios avaliativos que servirão de norte para um engajamento, se não imediato, progressivo, do alunato rumo a aquisição dos conhecimentos multidisciplinar propostos.

## REFERÊNCIAS

- A formação do Sistema Solar. **Youtube**. 07 jul. 2019. 19min19s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9nQHTGtZev8>. Acesso em 30 de abr. 2021.
- A Origem dos Elementos Químicos - Profissão Químico. **Youtube**. 25 nov. 2020. 07min30s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Oe70vSExSpg>. Acesso em 15 de maio 2021.
- ABC DA ASTRONOMIA | Big Bang. **Youtube**. 21 out. 2011. 3min11s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CH24yfMrA94>. Acesso em 30 de abr. 2021.
- Astrolab - Será que existe vida fora da Terra? **Youtube**. 01 mar. 2018. 5min33s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=dtk-KLj8Drs>. Acesso em: 20 julho 2021.
- ASTRONOMIA E UNIVERSO. **Planeta Vênus**. 08 mar. 2010. Disponível em: <https://astronomy-universo.blogspot.com/2010/03/planeta-venus.html>. Acesso em 05 de maio 2021.
- BRANDÃO H. Via Láctea pode estar repleta de mundos oceânicos. **Futuro Astrônomo**. 22 jun. 2020. Disponível em: <https://futuroastronomo.com.br/busca-por-vida/2020/06/via-lactea-pode-estar-repleta-de-mundos-oceanicos/>. Acesso em: 08 de maio 2021.
- BRASIL. MEC – **BNCC** – A etapa do ensino médio. Brasília, MEC/SEB, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/abril-2018-pdf/85121-bncc-ensino-medio>. Acesso em: 25 jun. 2021.
- BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, MEC/SEF, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.
- BRASIL. MEC. **PCN+ Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1998.
- BROUSSEAU, G. **Introdução ao Estudo das Situações Didáticas**: Conteúdos e Métodos de Ensino. São Paulo: Ática, 2008.

Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2021.

DOLZ, J; NOVERRAZ, M; SCHNEUWLY, B. **Sequências didáticas para o oral e a escrita**. In: SCHNEUWLY, Bernard; DOLZ, Joaquim e colaboradores. Gêneros orais e escritos na escola. Campinas, SP: Mercado de Letras, 2004, p.95-128.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n. 4, p.4402-11, 2010.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Disponível em [http://moreira.if.ufrgs.br/oq\\_ueefinal.pdf](http://moreira.if.ufrgs.br/oq_ueefinal.pdf). Acesso em: 20 de mar. 2020.

NUNES, J. M. V.; NUNES, R.S. Modelos Constitutivos de Sequências Didáticas: enfoque na teoria das situações Didáticas. **ResearchGate**, Vol. 9, N° 1, p. 148 - 174, jan. 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/330098168\\_Modelos\\_constitutivos\\_de\\_sequencias\\_didaticas\\_enfoque\\_na\\_teorias\\_das\\_situacoes\\_didaticas](https://www.researchgate.net/publication/330098168_Modelos_constitutivos_de_sequencias_didaticas_enfoque_na_teorias_das_situacoes_didaticas). Acesso em: 20 de fev. 2020.

PEIXOTO, D. E.; KLEINKE, M. U. Expectativas de estudantes sobre a astronomia no Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n. 22, p. 21-34. São Paulo. 2016.

PORCO, C. C. *et al.* Cassini observes the active south pole of Enceladus. **science**, v. 311, n. 5766, p. 1393-1401, 2006.

ROMANZOTI, N. A maioria das estrelas tem planetas habitáveis. 18 mar. 2015. Disponível em: <https://hypescience.com/existem-planetas-na-zona-habitavel-da-maioria-das-estrelas/>. Acesso em 05 de maio 2021.

THE STARS AND PLANETS. **Mercury**. 01 feb. 2016. Disponível em: <http://thestarsandplanets.com/ecosmos/news.php?list.3.0>. Acesso em 05 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Calisto (satélite)**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Calisto\\_\(sat%C3%A9lite\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Calisto_(sat%C3%A9lite)). Acesso em 07 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Encélado (satélite)**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Enc%C3%A9lado\\_\(sat%C3%A9lite\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Enc%C3%A9lado_(sat%C3%A9lite)). Acesso em 08 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Europa (satélite)**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Europa\\_\(sat%C3%A9lite\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Europa_(sat%C3%A9lite)). Acesso em 07 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Fobos**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Fobos\\_\(sat%C3%A9lite\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Fobos_(sat%C3%A9lite)). Acesso em 06 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Ganimesdes (satélite)**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Gan%C3%ADmedes\\_\(sat%C3%A9lite\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Gan%C3%ADmedes_(sat%C3%A9lite)). Acesso em 07 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Júpiter (planeta)**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/J%C3%BApiter\\_\(planeta\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/J%C3%BApiter_(planeta)). Acesso em 05 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Lua**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Lua>. Acesso em 06 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Marte (planeta)**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Marte\\_\(planeta\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Marte_(planeta)). Acesso em 05 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Netuno (planeta)**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Netuno\\_\(planeta\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Netuno_(planeta)). Acesso em 06 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Saturno (planeta)**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Saturno\\_\(planeta\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Saturno_(planeta)). Acesso em 05 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Terra (planeta)**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Terra>. Acesso em 05 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Titã (satélite)**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Tit%C3%A3\\_\(sat%C3%A9lite\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tit%C3%A3_(sat%C3%A9lite)). Acesso em 08 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Urano (planeta)**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Urano\\_\(planeta\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Urano_(planeta)). Acesso em 06 de maio 2021.

WIKIPÉDIA. **Sistema Solar**. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Solar](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_Solar). Acesso em: 27 de mar. 2021.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Trad. Ernani F. da Rosa – Porto Alegre: ArtMed, 1998.

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

13 condições que permitem a vida na Terra. **National Geographic Portugal**. Disponível em: <https://nationalgeographic.pt/ciencia/actualidade/1759-13-condicoes-que-permitem-a-vida-na-terra>. Acesso em 17 mar. 2021.

ALMEIDA, A. A. “Planetas e sistemas planetários”. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Departamento de Astronomia. Disponível em: [http://www.astro.iag.usp.br/~amaury/apostila\\_final2015.pdf](http://www.astro.iag.usp.br/~amaury/apostila_final2015.pdf). Apostila da disciplina AGA0502. Acesso em: 06 abr. 2021.

Astrofísica e a Origem dos Elementos Químicos | Professor da USP Explica #13. **Youtube**. 16 mar. 2018. 11min23s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Llxd6miIl18>. Acesso em 20 julho 2021.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana , 1983.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia científica**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

CAVALCANTE, D. **Saiba mais sobre os planetas do Sistema Solar com estas curiosidades**. 01 fev. 2021. Disponível em: <https://canaltech.com.br/espaco/curiosidades-planetas-sistema-solar-178253/>. Acesso em: 27 de mar. 2021.

DUARTE, P.A. Dados sobre o planeta Terra. **UFSC Planetário**. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://planetario.ufsc.br/dados-sobre-o-planeta/>. Acesso em 20 jan. 2021.

DUARTE, R. & LIMA, I. **Astrobiologia**: o estudo da origem e evolução da vida dentro e fora do planeta Terra. MacroCosmo.com, São Paulo, v. 13, p. 11-30, 2004.

FILHO, K. S.O; SARAIVA, M. F. O. **O Sistema Solar. Astronomia e Astrofísica**. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/planetas/planetas.htm>. Acesso em: 20 jan. 2021.

FUCHS, R. Fizemos uma Mini Mesa de Sinuca (com papelão e E.V.A.). **Youtube**. 02 abr. 2020. 22min39s. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=e\\_DanMEfRgM](https://www.youtube.com/watch?v=e_DanMEfRgM). Acesso em: 19 jan. 2020.

**FORMAÇÃO dos Elementos Químicos no Universo.** Quimlab. Disponível em: <https://www.quimlab.com.br/guiadoselementos/index.htm>. Acesso em: 20 mar. 2020.

HALEVY, I.; FISCHER, W. W.; EILER, J. M. Carbonates in the Martian meteorite Allan Hills 84001 formed at  $18\pm 4$  C in a near-surface aqueous environment. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 41, p. 16895-16899, 2011. Disponível em: <https://www.pnas.org/content/108/41/16895>. Acesso em: 7 fev. 2021.

IACHEL, G. **O conhecimento prévio de alunos do ensino médio sobre as estrelas.** Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 12, p. 7-29, 2011.

JOYCE G. F. RNA evolution and the origins of life. **Nature**, v. 338, p.217-224, mar. 1989.

Júpiter: Duas vezes mais massivo que os outros planetas combinados. **NASA** (National Aeronautics and Space). Disponível em: [https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter/overview/#ten\\_things\\_to\\_know\\_about\\_jupiter\\_otp](https://solarsystem.nasa.gov/planets/jupiter/overview/#ten_things_to_know_about_jupiter_otp). Acesso em: 25 jan. 2021.

KAUFFMAN S. A. **Approaches to the origin of life on earth.** Life, v. 1, p. 34-38, 2011.

KUMAR, D.; STEELE, E. J.; WICKRAMASINGHE, N. C. Preface: The origin of life and astrobiology. **Advances in Genetics**, v. 106, p. xv, 2020.

LANGHI, R. Ideias do Senso Comum em Astronomia, Bauru, nov. 2004. **Observatórios Virtuais.** Disponível em: <http://telescopiosnaescola.pro.br/langhi.pdf>. Acesso em 12 jan. 2021.

LANGHI, R. Ideias do Senso Comum em Astronomia, Bauru, nov. 2004. **Observatórios Virtuais.** Disponível em: <http://telescopiosnaescola.pro.br/langhi.pdf>. Acesso em 12 jan. 2021.

LEITE, C.; HOSOUME Y. Os Professores de Ciências e suas Formas de Pensar a Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n.4, p.47-68, 2007. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/99/79>. Acesso em: 28 fev. 2021.

LEITE, C.; HOSOUME Y. Os Professores de Ciências e suas Formas de Pensar a Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA**, n.4, p.47-68, 2007. Disponível em: <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/99/79>. Acesso em: 28 fev. 2021.

MARCONI, M. de A; LAKATOS, E. M. **Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2011. p. 15-42.

MART, B. The origins and concentrations of water, carbon, nitrogen and noble gases on Earth. **Vandoeuvre-lès-Nancy**, out. 2011. Disponível em: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1405/1405.6336.pdf>. Acesso em 07 jan. 2021.

MEIRELLES, E. Como organizar sequências didáticas. **Nova escola**. 01 fev. 2014. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1493/como-organizar-sequencias-didaticas>. Acesso em 25 maio 2021.

MENDONÇA, C. Planetas do Sistema Solar. **Educa+Brasil**. 23 abr. 2019. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/planetas-do-sistema-solar>. Acesso em: 25 mar. 2021.

Mini Sinuca de Papelão e E.V.A. **Youtube**. 26 out. 2019. 10min24s. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=\\_CJpcpmwh\\_w](https://www.youtube.com/watch?v=_CJpcpmwh_w). Acesso em: 19 jan. 2020.

MORBIDELLI, A. *et al.* Dynamics of the giant planets of the Solar System in the gaseous protoplanetary disk and their relationship to the current orbital architecture. **The Astronomical Journal**, v. 134. P. 1790-1798, nov. 2007. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/521705/pdf>. Acesso em 05 fev. 2021.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal é aprendizagem significativa?** Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. 2010. Acesso em: 22 de julho de 2019.

MOREIRA, M.A. e MASINI, E.A.F. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2ª ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

NARDI, R; CARVALHO, A. M. P. **Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 1(2), p.132-144, 1996.

**O sistema solar – características gerais dos planetas**. Sistema Solar. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>. Acesso em: 25 mar. 2021.

PEDROSA, L.A. **DO BIG-BANG AO URÂNIO**: As Nucleossínteses Primordial, Estelar e Explosiva – Uma abordagem para o Ensino Médio. 2013. Tese (Mestrado Profissional) – Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática – área: Física. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Disponível em: [http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC\\_DSC\\_NOME\\_ARQUI20140721092520.pdf](http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20140721092520.pdf). Acesso em: 15 jan. 2021.

PEREIRA, T. A. **Metodologias ativas de aprendizagem do século XXI**: Integração das tecnologias educacionais. Universidade Federal de São Paulo: São Paulo, 2017.

POLON L. Lista com os planetas do Sistema Solar. **Estudo prático**. Disponível em: <https://www.estudopratico.com.br/lista-planetas-sistema-solar/>. Acesso em: 22 jan. 2021.

QUILLFELDT J. A. Astrobiologia: água e vida no sistema solar e além. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Porto Alegre – RS, v. 27, n. Especial, dez. 2010.

RAPPA, M. A Nasa chegou a Júpiter. Por que isso é importante? **Veja**, 2016. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/ciencia/a-nasa-chegou-a-jupiter-por-que-isso-e-importante/>. Acesso em 09 de jan. 2021.

RODRIGUES, C.V. O Sistema Solar. In: Introdução a Astronomia e Astrofísica. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais INPE**. Divisão de Astrofísica. São José dos Campos, SP, 2003.

SANTOS, G.T.R. Estrelas: Do fascínio à Ciência, da Ciência à educação. Trabalho de conclusão de curso. Universidade de Brasília. Instituto de Química. 2015. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/12661/1/2015\\_GiselleThaisRodriguesDosSantos.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/12661/1/2015_GiselleThaisRodriguesDosSantos.pdf). Acesso em: 30 mar. 2021.

SANTOS, M.F.A. Astronomia: Por que e para que aprendê-la. Caderno Pedagógico, Programa de Desenvolvimento Educacional. Secretaria da Educação do Estado do Paraná. União da Vitória, 2014. Disponível em: [http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pde|busca/producoes\\_pde/2014/2014\\_unespar-uniaodavitoria\\_cien\\_pdp\\_marcia\\_fabiane\\_de\\_azevedo.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pde|busca/producoes_pde/2014/2014_unespar-uniaodavitoria_cien_pdp_marcia_fabiane_de_azevedo.pdf). Acesso em: 04 jan. 2021.

SELMO, D. **Formação planetária no sistema solar**. wordpress.com. 05 jan. 2010. Disponível em: <https://teacherdeniseselmo.wordpress.com/2010/04/05/formacao-planetaria-no-sistema-solar/>. Acesso em: 28 fev. 2021.

Sistema Solar. **Youtube**. 18 fev. 2013. 06mim59s. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=aJhEMg934TU>. Acesso em 05 de maio 2021.

STASINSKA G. Por que as estrelas são importantes para nós? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Observatório de Paris – França, v. 27, n. Especial, marc. 2010.

VAIANO, B. A fantástica fábrica de elementos pesados. **SuperInteressante**. 24 jul. 2018. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ciencia/a-fantastica-fabrica-de-elementos-pesados/>. Acesso em: 29 dez. 2019.

## APÊNDICE 1

### Questionário de averiguação de conhecimentos prévios

**1. O Sistema Solar é um conjunto de:**

- a) Vários sois;
- b) Astros, sendo composto basicamente pelo Sol, por planetas, satélites e asteroides;
- c) Astros, sendo composto pelo planeta Sol e por bilhões de estrelas;
- d) Astros, sendo composto unicamente pelo Sol e pelos planetas;
- e) Galáxias que têm como centro o Sol.

**2. O Sistema Solar:**

- a) Se formou no momento da ocorrência do Big Bang; a grande explosão que gerou o Universo;
- b) Sempre existiu;
- c) Se formou há aproximadamente 4,5 bilhões de anos, quando duas nuvens de gás e poeira cósmica se chocaram;
- d) Se formou a partir da explosão de vários planetas;
- e) Tem a Terra em seu centro.

**3. Representados na Tabela Periódica, os elementos químicos naturais, de maneira geral, foram e são produzidos:**

- a) No planeta Terra;
- b) Apenas nas estrelas;
- c) No núcleo de todos os planetas

- d) No momento inicial do Big Bang e depois, principalmente, nas estrelas.
- e) Apenas nos buracos negros.

**4. O Sistema Solar possui estrela(s)?** ( ) Sim; ( ) Não.

**5. Em possuindo, quantas?** ( ) Uma; ( ) Várias.

**6. Informe o nome dela (se para você for apenas uma) ou o nome de pelo menos duas delas (se você considerar que exista mais de uma).**

Nome da estrela (se para você for apenas uma): \_\_\_\_\_

Nome de duas (se para você for várias):

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_

**7. O Sistema Solar possui planetas?** ( ) Sim; ( ) Não.

**8. Em possuindo, quantos?** ( ) Cinco; ( ) Oito; ( ) Nove; ( ) Dez.

9. De acordo com a quantidade de planetas componentes do Sistema Solar, que você considera existir, registre na tabela abaixo o nome de cada um deles.

1.	6.
2.	7.
3.	8.
4.	9.
5.	10.

10. Esquematize, por meio de um desenho, como você entende estar organizado o sistema solar identificando cada astro que esteja nele representado. Use lápis de cor.

**11. Dos astros abaixo representados identifique aquele que é um satélite natural**

- a) Terra
- b) Sol
- c) Lua
- d) Marte
- e) Júpiter

**12. O que, basicamente, além de planetas, um sistema planetário tem que possuir para ser assim nominado?**

---

**13. Que nome específico recebe o astro deste tipo que faz parte de nosso sistema solar? \_\_\_\_\_.**

**14. Sabemos que a Terra é um planeta que abriga vida. Nós somos um exemplo disso! Existe vida em outros astros do Sistema Solar?**

( ) Sim; ( ) Não.

**15. O que é imprescindível existir (e em que forma física), na superfície de um planeta ou satélite, para que a vida, como a conhecemos, tenha a possibilidade de nele se desenvolver.**

---

**16. O que é zona habitável de uma estrela?**

---

---

**17. Você gosta de assuntos relacionado à astronomia? De ler, ouvir ou falar sobre o Universo e as partes que o compõem como por exemplo sobre as galáxias, estrelas, planetas, cometas, meteoritos e etc.? Reflita e registre o grau de interesse que você tem por esses assuntos:**

- a) Sou fascinado;
- b) Gosto, mas nunca me dediquei a ler nada sobre esses assuntos.
- c) Não curto muito;
- d) Detesto;

**18. Por quais meios os temas relacionados à astronomia chegam à sua esfera de conhecimento:**

- a) Através das rodas de conversas entre amigos e/ou familiares;
- b) Através da escola;
- c) Através de filmes de ficção científica;
- d) Através de documentários acerca do Universo;
- e) Através de programas de TV;
- f) Por meio de noticiários (jornais);
- g) Por meio de palestras que abordem tais temas;
- h) Por meio de leituras de revistas;
- i) Por meio da Leitura de livros específicos
- j) Por meio de pesquisa a sites especializados no tema;
- k) Assistindo vídeos do Youtube que aborde tais temas.
- l) Nenhuma das opções, pois não tenho conhecimento algum sobre astronomia.

## APÊNDICE 2

### Atividade da terceira etapa

#### Uma viagem do Sol a Netuno com escala nos demais planetas do Sistema Solar

O último planeta em distância do Sol é Netuno. Ele se encontra a aproximadamente a 4.497.000.000 quilômetros em relação ao Sol;  $4,5 \times 10^9$  km na forma de notação científica. Considere que o valor dessa distância, em uma situação hipotética, corresponda a  $10^3$ cm = 1000 cm = 10 m.

Estes dados servirão de base para a montagem e desenvolvimento de uma regra de três simples para encontrar as distâncias hipotéticas dos outros planetas em relação ao Sol.

Vejamos:  $4,5 \times 10^9$  km -----  $10^3$ cm.

De posse dessas informações, o primeiro passo é a equipe deverá converter o valor da distância informada para cada planeta, em notação científica, registrar na tabela abaixo e, posteriormente, por meio de uma regra de três encontrar e registrar o valor correspondente à esta distância na situação hipotética do segmento de barbante.

	MERCÚRIO	VÊNUS	TERRA	MARTE	JÚPITER	SATURNO	URANO	NETUNO
Distância ao Sol em km	57.900.000 km	108.000.000 km	149.000.000 km	228.000.000 km	778.000.000 km	1.427.000.000 km	2.870.000.000 km	4.497.000.000 km
Distância em km, na forma de notação científica								$4,5 \times 10^9$ km
Distância hipotética – no segmento de barbante								$10^3$ cm = 1000 cm ou 10 m

O segundo passo consiste em a equipe marcar um ponto a um metro de distância de cada extremidade do segmento de barbante (essa sobra de 1m é para amarrar o conjunto quando finalizada a tarefa).

O terceiro passo é cortar, no papelão, um retângulo (de 30 cm por 4 cm) e definir um formato de seta em uma das suas extremidades. Em continuidade, o pintar de amarelo e nele escrever, em preto, no sentido de seu comprimento e em suas duas faces, “SOL”. Após a secagem, a tira SOL deverá ser colada, pela ponta da seta, no ponto um, demarcado anteriormente no barbante.

O quarto passo é cortar oito retângulos (de 15 cm por 4 cm), e pintar cada um com cor diferente da do outro (como estarão a representar os planetas, a equipe deverá pintar cada um com uma cor que se aproxime da imagem fantasia do planeta, que poderá ser buscada na internet). Ao final ter-se-á oito tiras com cores diferentes. A equipe fará o mesmo que foi feito com o retângulo “Sol”, pintando, em cada uma delas um nome de um planeta até formar o conjunto com oito planetas.

Para o quinto passo a equipe irá marcar, no barbante, o ponto correspondente a 10 metros (1000 cm ou  $10^3$  cm) e colar o retângulo referente ao último planeta do sistema solar. Com isso os dois extremos estarão delimitados pelo Sol e por Netuno.

O sexto passo consiste em buscar a informação na tabela, previamente preenchida, das distâncias (em relação ao Sol, em centímetros) correspondentes no barbante de cada um dos outros planetas e colar nos pontos que as define, a correlata tira planeta.

Parabéns, ao fim dessa atividade vocês se apoderaram de conhecimentos concernentes a quantos e quais planetas compõem o sistema solar; a que distância, em quilômetros, cada um deles se encontra do Sol e das correspondências que essas distâncias assumem, em centímetros (proporcionalidade) em um seguimento de barbante em que os pontos extremos foram representados pelo Sol e por Netuno. Chegou a hora da equipe pendurar o trabalho montado no corredor da escola.

## APÊDICE 3

### Atividade da quarta etapa

#### Fatores abióticos, os pré-requisitos para a habitabilidade\*

Esta atividade será realizada em equipes. Dez equipes com quatro componentes. O arcabouço teórico necessário a esta atividade encontra-se alicerçado no debate e na explanação do conteúdo, previamente efetivados, e no encarte teórico fornecido.

O primeiro passo é a equipe identificar o astro registrando seu nome no campo logo acima da sua imagem. No caso dos satélites, no campo da justificativa, inicialmente marcar a que planeta o satélite pertence.

O segundo passo é analisar os fatores abióticos (temperatura, presença de água, presença de atmosfera e sua composição, tipo de energia à disposição para a síntese orgânica e os nutrientes -compostos químicos) à disposição no astro preenchendo a área de cada quadradinho à frente da imagem utilizando-se de três cores: vermelha, amarela e verde para cada quesito apresentados. No interior de cada quadradinho encontra-se uma letra ou duas representativas dos critérios a serem analisados. **T** – para temperatura; **A** – para água; **AT** – para atmosfera; **N** – para nutrientes. Para cada critério analisado:

- a cor verde representa que o critério se encontra dentro das exigências para a existência de vida naquele astro; ou seja, sob este critério, lá a vida é possível;
- a cor amarela representa ser provável a existência de vida naquele astro;
- a cor vermelha, denota que para o critério analisado a vida se mostra impossível de acontecer no astro.

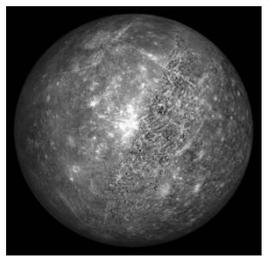
Assim, interpretando o conjunto de características analisados para cada astro, a equipe irá definir se a existência de vida nele é:

---

\* As imagens utilizadas ao longo desta atividade foram retiradas da Wikipédia.

- **possível**, se todas as características tiverem sido pintados com a cor verde;
- **provável**, se a maior parte das características, incluindo a presença de água na forma líquida, tiverem sido pintadas com a cor amarela;
- **improvável**, no astro em evidência, se a maior parte das características tiverem sido pintados com a cor vermelha.

Ao final desta etapa simbólica, como terceiro passo, a equipe terá que elaborar uma justificativa e registrá-la, no campo à frente de cada esquema, informando por que a vida no astro em evidência é possível, provável ou improvável.

PLANETA		JUSTIFICATIVA
	T	A vida nele é:      ( ) Possível                      ( ) provável                      ( ) improvável
	A	
	AT	
	E	
	N	

PLANETA		JUSTIFICATIVA
	T	A vida é:      ( ) Possível                      ( ) provável                      ( ) improvável
	A	
	AT	
	E	
	N	

PLANETA		JUSTIFICATIVA
	T	A vida nele é:      ( ) Possível                      ( ) provável                      ( ) improvável
	A	
	AT	
	E	
	N	

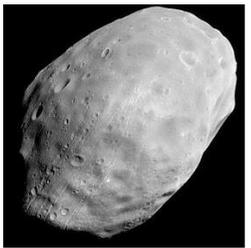
PLANETA		JUSTIFICATIVA		
		A vida é:      ( ) Possível                      ( ) provável                      ( ) improvável		
	T			
	A			
	AT			
	E			
	N			

PLANETA		JUSTIFICATIVA		
		A vida é:      ( ) Possível                      ( ) provável                      ( ) improvável		
	T			
	A			
	AT			
	E			
	N			

PLANETA		JUSTIFICATIVA		
		A vida é:      ( ) Possível                      ( ) provável                      ( ) improvável		
	T			
	A			
	AT			
	E			
	N			

PLANETA		JUSTIFICATIVA		
		A vida é:      ( ) Possível                      ( ) provável                      ( ) improvável		
	T			
	A			
	AT			
	E			
	N			

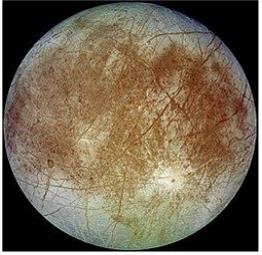
SATÉLITE NATURAL		JUSTIFICATIVA					
		<input type="checkbox"/> Terra	<input type="checkbox"/> Marte	<input type="checkbox"/> Júpiter	<input type="checkbox"/> Saturno	<input type="checkbox"/> Urano	<input type="checkbox"/> Netuno
	T	A vida é:		<input type="checkbox"/> Possível	<input type="checkbox"/> provável	<input type="checkbox"/> improvável	
	A						
	AT						
	E						
	N						

SATÉLITE NATURAL		JUSTIFICATIVA					
		<input type="checkbox"/> Terra	<input type="checkbox"/> Marte	<input type="checkbox"/> Júpiter	<input type="checkbox"/> Saturno	<input type="checkbox"/> Urano	<input type="checkbox"/> Netuno
	T	A vida é:		<input type="checkbox"/> Possível	<input type="checkbox"/> provável	<input type="checkbox"/> improvável	
	A						
	AT						
	E						
	N						

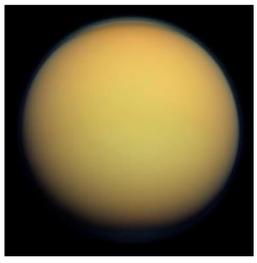
SATÉLITE NATURAL		JUSTIFICATIVA					
		<input type="checkbox"/> Terra	<input type="checkbox"/> Marte	<input type="checkbox"/> Júpiter	<input type="checkbox"/> Saturno	<input type="checkbox"/> Urano	<input type="checkbox"/> Netuno
	<b>T</b>	A vida é: <input type="checkbox"/> Possível <input type="checkbox"/> provável <input type="checkbox"/> improvável					
	<b>A</b>						
	<b>AT</b>						
	<b>E</b>						
	<b>N</b>						

SATÉLITE NATURAL		JUSTIFICATIVA					
		<input type="checkbox"/> Terra	<input type="checkbox"/> Marte	<input type="checkbox"/> Júpiter	<input type="checkbox"/> Saturno	<input type="checkbox"/> Urano	<input type="checkbox"/> Netuno
	<b>T</b>	A vida é: <input type="checkbox"/> Possível <input type="checkbox"/> provável <input type="checkbox"/> improvável					
	<b>A</b>						
	<b>AT</b>						
	<b>E</b>						
	<b>N</b>						

SATÉLITE NATURAL		JUSTIFICATIVA					
		<input type="checkbox"/> Terra	<input type="checkbox"/> Marte	<input type="checkbox"/> Júpiter	<input type="checkbox"/> Saturno	<input type="checkbox"/> Urano	<input type="checkbox"/> Netuno
	T	A vida é:		<input type="checkbox"/> Possível	<input type="checkbox"/> provável	<input type="checkbox"/> improvável	
	A						
	AT						
	E						
	N						

SATÉLITE NATURAL		JUSTIFICATIVA					
		<input type="checkbox"/> Terra	<input type="checkbox"/> Marte	<input type="checkbox"/> Júpiter	<input type="checkbox"/> Saturno	<input type="checkbox"/> Urano	<input type="checkbox"/> Netuno
	T	A vida é:		<input type="checkbox"/> Possível	<input type="checkbox"/> provável	<input type="checkbox"/> improvável	
	A						
	AT						
	E						
	N						

SATÉLITE NATURAL		JUSTIFICATIVA					
		<input type="checkbox"/> Terra	<input type="checkbox"/> Marte	<input type="checkbox"/> Júpiter	<input type="checkbox"/> Saturno	<input type="checkbox"/> Urano	<input type="checkbox"/> Netuno
	<b>T</b>	A vida é:		<input type="checkbox"/> Possível	<input type="checkbox"/> provável	<input type="checkbox"/> improvável	
	<b>A</b>						
	<b>AT</b>						
	<b>E</b>						
	<b>N</b>						

SATÉLITE NATURAL		JUSTIFICATIVA					
		<input type="checkbox"/> Terra	<input type="checkbox"/> Marte	<input type="checkbox"/> Júpiter	<input type="checkbox"/> Saturno	<input type="checkbox"/> Urano	<input type="checkbox"/> Netuno
	<b>T</b>	A vida é:		<input type="checkbox"/> Possível	<input type="checkbox"/> provável	<input type="checkbox"/> improvável	
	<b>A</b>						
	<b>AT</b>						
	<b>E</b>						
	<b>N</b>						

## APÊNDICE 4

Encarte teórico a ser fornecido às equipes quando da execução da atividade da quarta etapa

# Fatores abióticos, os requisitos para a habitabilidade

### A possível existência de outros mundos habitáveis

Haveria vida em outros mundos do Sistema Solar? Ou será ela um sigularidade terrestre? No encaicho de respostas a estes questionamentos convidamos você a embarcar, nesta viagem de conhecimento científico no intuito de desvendar em quais astros do Sistema Solar, além da Terra, a vida poderia surgir e se desenvolver.

Contudo, na imensidão do nosso Sistema planetário, por onde começar e o que necessariamente devemos procurar? O consenso entre os astrobiólogos é que para reduzimos o número de esconderijos a procurar, devemos primeiro entender o que torna um mundo habitável. Em tese, mundo para ser considerado habitável tem que ser um mundo que possua todas as características abióticas necessárias à manutenção da vida como a conhecemos.

Vivemos em uma era de grande desenvolvimento tecnológico que tem possibilitado ao homem enveredar-se nos estudos da existência de vida para além do Sistema Solar. Este é o momento áureo, na Astronomia, da planetologia, ou seja, das descobertas e estudos dos exoplanetas. Milhares de exoplanetas já foram descobertos, contudo, manifestação de vida alguma, foi ainda encontrada.

A vida, ainda se revela a nós como uma prerrogativa do planeta Terra. Seria ela, então, um inusitado acontecimento que se desenvolveu, exclusivamente na Terra, a partir de um conjunto extraordinário de características físico-químicas presentes tão somente no nosso planeta?

Pesquisas revelam que os outros planetas e as luas (satélites naturais) do Sistema Solar, até o momento presente, revelam ao menos a ausência de uma das características físico-química que formam o conjunto de critérios abióticos imprescindíveis para o surgimento e florescimento da vida.

Contudo, Europa – um dos 79 satélites naturais (luas) de Júpiter, Titã – um dos 62 satélite de Saturno e Marte, apresentam indícios de que no passado possuíam condições para o florescimento da vida.

Quando falamos em vida, não estamos a falar de vida no sentido da existência de seres eucariontes; o ser extraterrestre que astrobiólogos buscam nestes mundos alienígenas seria um ser mais simples, que se assemelharia a uma bactéria, um organismo procarionte e como tal com toda a sua maquinaria existencial contida em uma única célula que estaria a viver escondido em algum lugar da superfície de uma lua ou planeta, se utilizado da energia contida nas moléculas de compostos químicos presentes nessas superfície e, não do Sol.

Um dos grandes feitos da humanidade, na era tecnológica em que vivemos, seria a descoberta dessa vida extraterrestre.

Não somos astrobiólogos, mas como estes cientistas, somos humanos, portanto, curiosos por natureza! Portanto, nos Juntemos a eles, para entendermos como estes planetas e luas alienígenas poderiam gerar as condições químicas precursoras da vida.

Somente alimentando essa nossa curiosidade, em busca e pistas de vida nestes ambientes extraterrestres, e que poderemos responder, um dia, com precisão, se estamos ou não sozinhos no Universo.

## ESPELHO DOS FATORES DE HABITABILIDADES (FATORES ABIÓTICOS)

### Temperatura

Temperatura é um dos fatores abióticos relevantes para existência da vida. A temperatura da superfície de um planeta ou satélite, pertencente ao Sistema Solar, depende da distância em que ele se encontra do Sol e do fato

dele possuir ou não atmosfera. Quanto mais próximo do Sol, maior a intensidade de luz (radiação) que o astro recebe e quanto mais distante, menor será a intensidade de luz recebida.

Um planeta ou satélite natural que se encontre em uma região ou zona localizada entre um ponto de muita intensidade luminosa e um ponto de pouca luz, esta inserido na zona habitável desse sistema planetário.

É no interior dessa zona que a temperatura chega a patamares aceitáveis para o surgimento e florescimento de vida.

Aquém da borda interna da zona habitável a temperatura é alta demais para a vida aí se desenvolver. Os astros que porventura se localizam nesta região não possuem reservatórios de água líquida em sua superfície; pois as altas temperaturas só possibilita a existência da água na forma de vapor. Por outro lado, para além da borda externa dessa zona habitável a intensidade luminosa (radiação) que aí chega é baixa, de maneira que na superfície de qualquer astro que aí se encontre, havendo água, esta substância estará em sua forma sólida (gelo).

A uma maior distância dessa borda externa da zona habitável a luz do Sol (intensidade luminosa) que aí chega é fraca demais para ser usada como forma de energia por organismos que hipoteticamente vivesse na superfície de astros porventura aí localizados ou em camada próximas a esta superfície.

No interior dessa zona habitável, a temperatura atinge os patamares aceitáveis pela vida; assim, havendo também condições atmosféricas ideais, a probabilidade de existência de água líquida na superfície de astros que se localizem mais para dentro dessa zona é algo altamente possível. O planeta Terra se encontra dentro da zona habitável do Sistema Solar.

As moléculas orgânicas como proteínas, carboidratos e o próprio material genético quando submetidas a temperaturas em torno de 125°C começam a desnaturar, ou seja, a perder a sua forma e, por conseguinte, a sua funcionalidade. Por outro lado a temperaturas abaixo de 15° graus as reações



Fonte: ROMANZOTI, N. (2015)

químicas inerentes ao metabolismo celular ficam comprometidas, haja vista que a baixas temperaturas as substâncias reagem mais lentamente e esse grau menor de reações mostra-se incompatível com a necessidade da célula, conseqüentemente com a vida. A dinâmica da célula parece estar limitada a uma faixa de temperatura que vai de 15 a 115°C.

### Água

Outro fator abiótico para a manifestação da vida é a substância água em sua forma líquida. Ela é a substância mais abundante na célula. Participa intensamente do metabolismo celular, vez que por ser um solvente universal dissolve uma variedade enorme de substâncias atuando, assim, como meio dinâmico de aproximação dessas substâncias de modo a promover as reações químicas.

Assim sendo, a presença de água líquida na superfície de um astro o torna potencialmente habitável.

Se o planeta ou satélite natural se encontrar muito distante de ponto externo da zona habitável de um sistema planetário, para neles haver possibilidade de manifestação de vida eles têm que ter algum mecanismo de produção interna de calor que consiga ser, em parte, propagado até a superfície a fim de promover a fusão de parte da água congelada presente em sua superfície.

Contudo, um planeta ou satélite natural que se encontre quem da zona habitável de sua estrela se houver água líquida em sua superfície será água líquida em constante ebulição, mas na maioria das vezes não há acúmulo de água em suas superfícies pois devido ao calor extremo a água se encontra na forma gasosa em sua atmosfera.

### Atmosfera

É uma camada de gases que envolve alguns planetas e satélites naturais. De modo geral retém parte do calor que estes astros absorvem do Sol, impedindo uma oscilação de temperatura muito grande entre o dia e a noite (efeito estufa natural). Filtra parte da radiação ultravioleta advinda do Sol; assim, se o planeta abrigar vida, a atmosfera irá proteger os seres vivos que nele habitam dos efeitos deletérios (por exemplo: câncer) da radiação ultravioleta.

Ademais, as atmosferas podem ser uma importante fonte de bioquímicos. Por exemplo, o gás nitrogênio (N<sub>2</sub>), gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e o metano (CH<sub>4</sub>), porventura nelas presentes, são usados por alguns seres vivos (se houver vida no astro) na síntese, respectivamente, de suas proteínas, carboidratos e gorduras.

Todavia não é qualquer atmosfera que se comporá em um escudo ou isolante eficaz. Para tanto ela tem que ser espessa o bastante, a exemplo da atmosfera da Terra, de Vênus e de Titãs – um dos 62 satélites naturais de Saturno.

Mas ter uma atmosfera não é para qualquer planeta ou satélite natural. Para reter uma atmosfera junto a si, o satélite ou o planeta terá que possuir uma massa considerável que exerça uma atração gravitacional suficiente para manter essa massa gasosa junto a ele.

Corpos pequenos como a Lua e Plutão não possuem a massa mínima necessária para exercer uma atração gravitacional suficiente prender uma atmosfera. A ausência de uma atmosfera é fator limitante da ocorrência de vida na superfície ou próxima à superfície desses corpos.

### Energia

A luz, forma de radiação eletromagnética que se manifesta por meio de ondas a transmitir, propagar energia, é essencial para os seres fotossintetizantes produzam substâncias orgânicas ricas em energia (carboidratos) que servirão de alimento e fonte de energia para que outros tipos

de substâncias orgânicas sejam produzidas e os mesmos perfaçam seus ciclos de vida.

Entre estes seres fotossintetizantes figuram as plantas e as algas que representam, de maneira geral, a base para a vida dos demais seres vivos (os consumidores) por se constituírem em bases das cadeias alimentares. São responsáveis pela produção da maior fração de substâncias orgânicas.

Todavia a intensidade de luz que chegam a alguns astros do Sistema Solar, principalmente naqueles em que suas órbitas encontram-se situadas para além do ponto externo da zona habitável, é bem baixa para que a luz seja considerada uma fonte viável de energia.

Assim, na Terra, em regiões onde a grau de intensidade luminosa é insignificante, do ponto de vista fotossintético, entram em cena, em nível de produção de substâncias orgânicas, os seres quimiossintetizantes; a exemplo de certos tipos de bactérias, que não se utilizam da energia luminosa (luz do Sol) para produzirem moléculas orgânicas ricas em energia (carboidratos).

Esses seres quimiossintetizantes provocam a oxidação (reação de oxidação) de substâncias minerais como: amônia, enxofre, manganês, sais de ferro e etc.; presentes na crosta terrestre e nas camadas superficiais da Terra. Nesses processos adquirem a energia necessária para promoverem a síntese de carboidratos e a partir desses, a síntese de outras substâncias orgânicas imprescindíveis à célula. O quimiossintetizantes são os seres que na Terra habitam ambientes inóspitos daí serem chamados de seres extremófilos.

### Nutrientes

A composição química dos planetas e satélites naturais rochosos do sistema solar é a mesma, logo, basicamente possuem a mesma matéria prima para se construir um ser vivo.

Contudo este corpo rochoso tem que ser dinâmico, ou seja, necessita ser passível de atividades “geológicas” como tectonismo, vulcanismos e etc., haja vista que estas atividades constituem-se em formas de reciclagem e ofertas

constantes das substâncias que servem como matéria prima para a construção da vida.

Não se pode esquecer ainda, que estas substâncias necessitam estarem dissolvidas em um meio que permitam que elas se encontrem e reajam entre si. Este meio que nos terráqueos conhecemos é a água, a água líquida, atua como um poderoso solvente dissolvendo essas substâncias de modo a proporcionar o movimento, encontro e reações entre elas.

Assim, o planeta ou satélite candidato a ser palco do desenvolvimento da vida têm ser dotado dessas atividades geológicas e possuir água líquida em sua superfície.

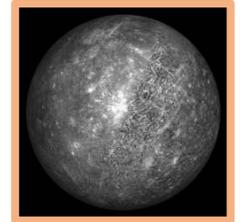
## OS PLANETAS ROCHOSOS OU TERRESTRES

### MERCÚRIO

É o menor planeta do sistema solar e o mais próximo em relação ao Sol; encontra-se a uma distância deste equivalente a 0,39 UA. Perfaz sua translação e rotação, respectivamente, em 88 e 58,6 dias terrestres, logo sua rotação equivale a dois terços de sua translação.

A rotação desse planeta é lenta, conseqüentemente, uma das suas faces fica exposta ao Sol por um longo período de tempo e, em contraposição, a outra fica em completa escuridão pelo mesmo interregno temporal. Estas faces são, portanto, extremas, também, em relação à temperatura: a face iluminada atinge 426°C enquanto que na escura chega a -183°C.

Ademais, Mercúrio é praticamente destituído de atmosfera. Sua atmosfera vestigial é composta por traços de gás: Hélio, Sódio e Oxigênio. Mercúrio, por possuir baixa massa e encontra-se muito próximo ao Sol não consegue manter, em torno de si, uma atmosfera considerável que o possibilite manter um efeito estufa e, assim, acumular calor em patamares favoráveis à



Fonte: THE STARS AND PLANETS (2016)

vida. Maior proximidade do Sol, temperaturas extremas e quase constantes em cada uma de suas faces; inexpressiva atmosfera, entre outros fatores, inviabilizam a presença de água, sob qualquer forma na superfície desse planeta, não havendo também registro de água na sua vestigial atmosfera.

Portanto, viver em sua superfície ou próximo a ela seria impossível. Para existir vida neste planeta teria que ser em seu subsolo, mas seria uma vida representada por organismos quimiossintetizantes, vez que seria totalmente dependente da extração de energia de substâncias inorgânicas ali presentes para poder desencadear o processo de produção das moléculas orgânicas inerentes à vida.

Ademais embora os planetas e satélites rochosos tenham a mesma composição química, Mercúrio não é dotado de processo “geológicos” que o habilite fazer a constante reciclagem das substâncias químicas inorgânicas necessárias à química da vida. Não sendo, portanto, um palco ideal para o surgimento, florescimento e manutenção da vida.

## VÊNUS

Vênus é outro planeta peculiar. Encontra-se envolto por uma atmosfera muito densa, noventa por cento mais densa que a atmosfera terrestre, o que impossibilita a visualização de sua superfície. As espessas nuvens de sua atmosfera impedem que uma intensidade maior de luz chegue à sua superfície. Assim, qualquer tipo de vida, porventura ali existente, seria totalmente dependente da extração de energia de substâncias químicas presentes em sua superfície ou próximo a ela.

A densa atmosfera de Vênus exerce sobre o planeta uma pressão atmosférica 92 vezes maior do que a pressão que a atmosfera terrestre exerce sobre a Terra.

Quanto à composição química de sua atmosfera ela é basicamente gás carbônico (CO<sub>2</sub>), aproximadamente 96% dela é composta por esse gás que mais otimiza o efeito estufa. A radiação solar que nele chega é facilmente absorvida



Fonte:  
ASTRONOMIA E  
UNIVERSO (2010).

pelas moléculas de gás carbônico que compõem sua densa atmosfera propiciando o efeito estufa mais intenso do sistema solar; fator que superaquece o planeta, de tal modo, a fazer com que o mesmo atinja, em sua superfície, uma temperatura em torno de 457 °C. O restante da constituição da atmosfera venusiana é 3,5% de gás nitrogênio (N<sub>2</sub>), 1,6% de argônio (Ar) e 0,003% de gás oxigênio (O<sub>2</sub>). Essa atmosfera possui vestígios de vapor d'água.

A ínfima porcentagem de gás oxigênio na composição da atmosfera venusiana se deve ao fato de que com uma temperatura superficial de 457 °C, a água que porventura tenha existido no planeta foi vaporizada. O Vapor d'água, ao atingir camadas mais altas de sua atmosfera, devido a intensidade da luz do sol, sofreu foto-dissociação, ou seja, os raios ultravioletas decompõem essas moléculas de água (na forma de vapor) em gás hidrogênio (H<sub>2</sub>) e gás oxigênio (O<sub>2</sub>). O gás hidrogênio, devido a sua baixa densidade escapou da atmosfera de Vênus, enquanto o gás oxigênio reagiu com metais presentes na superfície desse planeta oxidando os mesmos, o que reduziu sobremaneira o percentual de gás oxigênio na atmosfera venusiana.

Não existe, portanto, água, na forma líquida, na superfície de Vênus. A superfície do planeta é tão quente que derrete em alguns pontos causando depressões e canais de lava.

Um dado inusitado acerca de Vênus é que sua rotação consegue se mais extensa do que sua translação. A rotação de Vênus se completa com o equivalente a 243 dias terrestre; ao passo que sua translação com apenas 224 dias terrestre; logo um dia neste planeta é mais longo que o próprio ano venusiano.

Mesmo encontrando-se próximo à beirada interna da zona habitável do sistema solar e ter a mesma composição química do planeta Terra e ser vulcanicamente ativo o que favorece a reciclagem, renovação das substâncias químicas matéria prima para a vida; possui um estupendo efeito estufa que faz sua temperatura superficial atingir 457°C o que inviabiliza a existência de água líquida em sua superfície e, conseqüentemente, a existência de vida.

## TERRA

A média de temperatura da Terra é de 15°C. Atinge seu máximo, 51°C, na Líbia – norte da África e o seu mínimo - 89°C, na Antártica.

Aqui a água coexiste nos três estados físicos e o ciclo da água faz com que esta substância esteja presente em quase todas as partes da Terra.

A atmosfera protege a superfície de nosso planeta das perigosas radiações ultravioleta advindas do Sol e da maioria dos meteoritos que para ela se direcionam. Nossa atmosfera composta de gás nitrogênio (N<sub>2</sub>), gás oxigênio (O<sub>2</sub>), gás carbônico (CO<sub>2</sub>), gases nobres e vapor d'água; serve ainda como fonte de nutrientes, vez que as plantas, em associação simbiótica com bactérias que vivem em suas raízes, retiram do ar parte desse gás nitrogênio incorporando o elemento químico nitrogênio na construção de suas proteínas e; o gás carbônico, usado na fotossíntese, deste se extrai o carbono que entrará na constituição das substâncias orgânicas.

Átomos de nitrogênio e carbono são incorporados pelos seres consumidores quando da incorporação da matéria ao longo dos demais níveis tróficos que compõem as cadeias alimentares.

Vivendo aqui temos também os seres quimiossintetizantes representados por espécies de bactérias que não dependem da energia advinda do Sol para a produção de suas moléculas orgânicas. Este ser obtém essa energia quando promovem a oxidação de substâncias inorgânicas que possuem, por exemplo, ferro e enxofre na sua constituição.

Os constantes fenômenos geológicos que ocorrem em nosso planeta contribuem para a reciclagem das substâncias inorgânicas que servem de matéria prima para a vida.



Fonte: WIKIPÉDIA

## MARTE

A distância de Marte ao Sol é de 1,55 unidade astronômica. O planeta possui densidade destoante da dos demais planetas rochosos, uma vez que as densidades de Mercúrio, Vênus e Terra são, respectivamente: 5,4 g/cm<sup>3</sup>; 5,3 g/cm<sup>3</sup>; 5,5 g/cm<sup>3</sup>; enquanto a de Marte é de 3,9 g/cm<sup>3</sup>. Isto indica, provavelmente, que o planeta vermelho tenha, menos ferro do que silício do que os outros três planetas terrestres. Marte realiza seu movimento de translação em 1,88 anos terrestres e o de rotação em 24,6 horas.



Fonte: WIKIPÉDIA

Por se encontrar dentro da zona habitável de nossa estrela, mesmo que no extremo externo desta, poderíamos, a princípio concluir ser um planeta propício à existência da vida como a conhecemos.

Contudo sua atmosfera, em espessura, equivale a tão somente 7% da atmosfera terrestre. Mesmo assim, pouco mais de noventa e cinco por cento dessa fina atmosfera compõe-se de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), sendo o percentual restante distribuídos entre os gases: nitrogênio (N<sub>2</sub>), argônio (Ar) e oxigênio (O<sub>2</sub>) presentes, respectivamente, nos seguintes percentuais, 2,7%, 1,6% e 0,15.

Com o avanço da ciência, várias missões não tripuladas foram direcionadas à Marte e, até o presente momento, forma de vida alguma foi detectada neste planeta. Os dados coletados pelas diversas missões a Marte enriqueceram nosso conhecimento sobre o planeta vermelho.

Como cediço, a presença de água, no estado líquido, na superfície de um astro, representa um passo importante para a existência de vida no mesmo, pois para a vida como a conhecemos existir, ainda que na seara microscópica, a disponibilidade de água líquida é um fator preponderante.

Embora a superfície de Marte se mostre um ambiente inóspito; composto basicamente de rocha e poeira; imagens obtidas pelas várias expedições feitas a este planeta e por satélites a ele direcionados nos levam a crer que, no passado, teria havido fluxo de líquido em sua superfície devido a um conjunto de traçados em pontos da sua superfície que simulam canais afluentes desembocando em um canal principal. Hoje, é consenso na

comunidade astronômica a existência de água, na forma sólida, no subsolo desse planeta.

Marte, assim como a Terra, apresenta calotas polares. Todavia essas não são constituídas de água na forma sólida, mas sim, de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no estado sólido (gelo seco).

Mas se Marte foi um dia um mundo habitável, hoje não é mais! Nos primórdios de sua formação se formou o núcleo do planeta, uma massa de ferro fundido que gerou um poderoso campo magnético, este foi projetado para a superfície envolvendo o planeta como um escudo protetor invisível, passando a desviar o vento solar, exercendo, então, a função de bloqueador das projeções prejudiciais do Sol.

Contudo, ao fim da formação de Marte, quando cessou o processo de acreção, o planeta começou a esfriar. Conseqüentemente seu núcleo não conseguiu continuar gerando o campo magnético do planeta. Com a perda do campo magnético os ventos solares passaram a atingir a superfície de Marte.

A atmosfera marciana era originalmente mais espessa que a sua atmosfera atual. Todavia, sem a proteção do escudo magnético a atmosfera original do planeta passou a ser continuamente atingida por intensas radiações solares o que levou, e vem levando, o planeta a perder mais e mais frações de sua atmosfera.

Hoje, a atmosfera marciana corresponde, em termo de espessura, a sete por cento da atmosfera terrestre o que equivale a um milésimo da espessura da atmosfera terrestre o que significa dizer que ela é cerca de cento e cinquenta vezes mais delgada que a nossa atmosfera. Tal fato despiu a superfície marciana de calor e pressão.

Temperatura e pressão são as duas grandezas físicas que agem sobre uma substância para mantê-la em determinado estado físico. A água precisa estar submetida a uma certa intensidade de calor e pressão para que se mantenha no estado líquido.

Por ser tão delgada a atmosfera marciana exerce uma pressão insignificante sobre a superfície do planeta de modo que se hipoteticamente colocássemos um recipiente com água na superfície do planeta ela iria congelar ou evaporar instantaneamente.

Por estas características a atmosfera marciana também não consegue reter o calor (efeito estufa natural) necessário para se evitar as oscilações

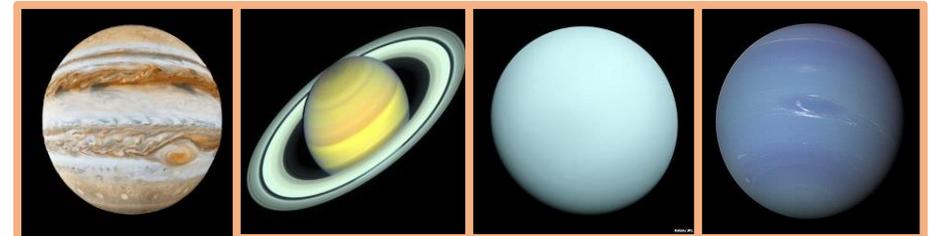
extremas de temperatura. Ela, portanto, não isola eficientemente a superfície desse planeta.

Estas são as razões de hoje não existir água líquida na superfície do planeta vermelho. A temperatura da atual superfície marciana varia de -143°C a 35°C. Contudo, mesmo que a temperatura, em determinadas latitudes, atinja momentaneamente, valores positivos chegando a 35 °C, a média da temperatura em sua superfície é de -63°C.

Marte se encontra no limite externo da zona habitável do Sol. A intensidade luminosa que a ele chega é relativamente menor que a que chega à Terra. É provável que a possível existência de vida no passado de Marte tenha se utilizado da energia contida em algumas substâncias disponibilizadas pela intensa atividade vulcânica dos primórdios desse planeta, haja vista que ele se manteve ativo vulcanicamente pelos três primeiros bilhões de anos de sua existência o que lhe possibilitou o reciclar importantes substâncias químicas necessárias à vida.

## **OS PLANETAS GASOSOS OU GIGANTES SOB O ENFOQUE DA VIDA**

Os quatro planetas gasosos ou gigantes do sistema solar são: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.



Fonte: WIKIPÉDIA

Sob o prisma estrutural, um planeta rochoso/terrestre é internamente constituído de metal líquido ou pastoso e por uma camada externa sólida.

Esta consistência sólida da camada mais externa dos planetas rochosos possibilita, no caso da Terra, aos seres vivos nela vagar ou se fixar. O mesmo aconteceria nos demais planetas internos, postos todos rochosos, se eles abrigassem vida.

E os planetas gasosos como estão estruturados? Eles são essencialmente gasosos. Jamais conseguiremos andar ou nos fixar em sua superfície. No máximo que, hipoteticamente, conseguiríamos seria fazermos um mergulho entre as moléculas gasosas que os constituem, pois neles inexistem superfície sólida.

Percebemos, então, outra exigência, mesmo que indireta, para o surgimento, florescimento e manutenção da vida, um substrato! O Astro candidato a abrigar vida, necessariamente, tem que ser rochoso! Os seres vivos precisam se deslocar, nadar ou até mesmo se fixar. Para tanto necessitam de uma superfície sólida, que lhes sustentem, que lhes possibilitem sobre ela se deslocarem ou que lhes sirva de reservatório de água onde eles possam viver, em se tratando de organismos aquáticos.

Assim, não descartando as condições que um ambiente tem que oferecer para que a vida nele surja e se desenvolva, a formação, em sua maioria, eminentemente gasosa dos planetas gigantes revela-se um empecilho estrutural planetário para que a vida neles surja e se desenvolva. Ademais, os planetas gasosos do nosso sistema planetário encontram-se muito distantes do Sol, sendo, por consequência, muito frios.

Júpiter e Saturno não são totalmente gasosos, a terceira camada, abaixo da superfície desses planetas, com espessura de sete mil quilômetros em Júpiter e de oito mil quilômetros em Saturno, são compostas por água na forma sólida.

A composição química dos planetas gasosos é bastante semelhante à do Sol. Assim, eles são ricos em gás hidrogênio. A camada mais externa do planeta Júpiter tem aproximadamente doze mil quilômetros de espessura sendo constituída por hidrogênio molecular, ou seja, por moléculas de gás hidrogênio ( $H_2$ ).

A segunda camada, a contar do limite interno da primeira, possui 45 mil quilômetros de espessura, sendo formada por hidrogênio metálico. Por suportar toda a massa da primeira camada, essa segunda camada encontra-se submetida a uma grande pressão. Algo similar acontece com Saturno (segunda camada com 14 mil quilômetros). A pressão exercida sobre a segunda camada

desses dois planetas é tão grande que elas são comprimidas intensamente, de modo que os elétrons das moléculas de gás hidrogênio ( $H_2$ ) ou hidrogênio molecular se desprendem dessas moléculas se difundindo entre elas formando um mar/nuvem de elétrons a ligar umas às outras. Nesta nova conformação química não se tem mais hidrogênio molecular ( $H_2$ ) e sim, uma massa líquida altamente condutora de eletricidade. Essa é uma característica que se destaca, tanto em Júpiter quanto em Saturno, haja vista que esse campo elétrico tem a função de induzir e/ou manter o fortíssimo campo magnético presentes nesses dois planetas. Pode-se inferir, portanto, que Júpiter e Saturno, em sua maior parte, são constituídos de hidrogênio metálico.

Todos os planetas gasosos apresentam núcleo rochoso. Assim, tanto em Júpiter quanto em Saturno, após a segunda camada (que é de hidrogênio metálico) temos o núcleo. O núcleo de Júpiter tem um raio de aproximadamente sete mil quilômetros e o de Saturno oito mil. Os núcleos de Netuno e Urano possuem, respectivamente, 8 e 10 mil quilômetros de raio.

As camadas de Netuno e Urano não são subdivididas em hidrogênio molecular, hidrogênio metálico e núcleo. Basicamente eles são constituídos de duas camadas, uma de hidrogênio molecular e outra que é o próprio núcleo. A ausência de hidrogênio metálico, em ambos, liga-se ao fato de a pressão exercida pela camada de hidrogênio molecular não ser suficiente para comprimir intensamente as moléculas de hidrogênio que se encontram mais internamente. Deste modo parte do hidrogênio molecular desses dois planetas não tem como transmutar em hidrogênio metálico.

Reiterando, não existe possibilidade de desenvolvimento de vida nos planetas gasosos. Dentre a ausência de outras condições para a existência e manutenção da vida eles não possuem uma superfície sólida a servir de substrato, nicho ecológico para a manutenção da vida como a conhecemos.

## **ALGUNS SATÉLITES NATURAIS SOB O PRISMA DA VIDA**

Satélite natural é um corpo celeste que gravita em torno de outro. Este é classificado como primário, aquele, secundário. São seis os planetas do sistema solar que possuem satélites naturais: Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.

Os satélites naturais são classificados em regulares e irregulares. Regulares são os que percorrem órbitas circulares acima do equador de seus planetas, a exemplo da nossa Lua. A formação dos satélites regulares, com exceção da Lua, que se formou em decorrência de um impacto, se deu por conta da aglutinação de gases que se concentravam no entorno de seus planetas, num processo de acreção. Irregulares são os que perfazem órbitas alongadas e acentuadamente inclinadas em relação ao equador de seus planetas.

A Terra tem somente um satélite natural, a Lua. Marte possui dois: Fobos e Deimos. Júpiter é adornado por 79 satélites naturais dos quais quatro deles, Io, Europa, Ganimedes e Calisto foram descobertos por Galileu com o uso de sua luneta. O planeta Saturno também tem um grande time de satélites, 62 das quais daremos destaque a Encelado. Urano possui vinte e sete enquanto Netuno é transladado por 13 satélites naturais.

## LUA

Nosso satélite natural, a Lua, situa-se à aproximadamente quatrocentos mil quilômetros da Terra e é o corpo celeste mais próximo de nós. Os mistérios que dela emanam guardam estreita relação com a nossa existência. Sua expressiva onipresença no céu é algo que nos encanta, fascina e suscita em nós curiosidades desde os primórdios da humanidade.



Fonte: WIKIPÉDIA

A pequena distância entre a Lua e a Terra, conjuntamente com seu grau de refletividade, seu albedo (que é o percentual de luz que incide sobre um corpo e é por ele refletida) que é de 0,12 fazem com que a intensidade de luz por ela refletida nos dê a impressão de ser ela o corpo mais brilhante no céu noturno, quando, na verdade, ela é um corpo refletor de luz, e não emissor, refletindo doze por cento da luz do Sol que a ela chega.

Embora seja fonte de mistérios e mitos, é um ambiente inóspito para a vida. Existe a mais de quatro vírgula cinco bilhões de anos. Nos seus últimos três ou quatro bilhões de anos era repleta de intensas atividades vulcânicas, mas hoje encontra-se aparentemente inativa.

A lua possui água em sua superfície, contudo na forma sólida. Nosso satélite natural é destituído de atmosfera o que o torna passível a oscilações extremas de temperaturas: durante o dia a temperatura chega a atingir 107 °C e à noite, -153 °C, sendo a temperatura média de sua superfície -23 °C.

A intensidade de energia luminosa que chega à Lua e à Terra são as mesmas o que faz do Sol uma fonte viável de energia neste astro. Lua e Terra são similares também quanto à composição química, contudo, não existe mais atividade geológica no satélite terrestre que viabilizem o ciclo de substâncias químicas imprescindíveis à vida. Tudo isto faz de nosso satélite um astro inóspito ao surgimento e desenvolvimento da vida.

## FOBOS

São dois os satélites naturais de Marte, Deimos e Fobos. Fobos orbita a seis mil quilômetros da superfície de Marte. Dentre as luas existentes no Sistema Solar é a que orbita mais próxima de seu planeta. Não possui atmosfera e nem água líquida em sua superfície. É um astro onde a vida não poderia se desenvolver.



Fonte: WIKIPÉDIA

## IO, EUROPA, GANIMEDES E CALISTO – OS QUATRO SATÉLITES GALILEANOS E A VIDA

Júpiter, o gigante gasoso, atualmente contabiliza 79 satélites naturais. A gigantesca pressão que a atmosfera de Júpiter exerce impossibilita sua exploração mesmo que indireta, contudo algumas luas desse planeta colossal acenam como uma possível plataforma de colonização. Io, Europa, Ganimedes e Calisto são as luas regulares de Júpiter, também nominadas de satélites galileanos por terem sido descobertos por Galileu. Há manifestação de vida em alguma lua jupiteriana?

## IO

Io é o primeiro satélite galileiano descoberto em 1610, também nominado Júpiter I, por ser o mais próximo de Júpiter; se encontrando a quatrocentos e vinte e três mil quilômetros da superfície do planeta. Foi sobrevoado por três naves espaciais, a Voyager-1 em 1979 e pela Voyager-2 e Galileu em 1999.

Os registros feitos por estes sobrevoos possibilitaram tomarmos conhecimento de que essa lua galileiana apresenta atividade “geológica”; aliás é ela o corpo com maior intensidade “geológica” do sistema solar. É repleta de vulcões ativos, dos quais muitos deles ejetam lava rica em enxofre, sendo isso o que confere o tom amarelado a este satélite. O fluxo de lava em suas regiões com atividade vulcânica faz com que a temperatura atinja mil e duzentos graus Celsius.

Porém a temperatura média na região do equador é de cento e cinquenta graus Celsius negativo.

Internamente ou em sua superfície, por conta da intensa atividade vulcânica não se verifica qualquer acúmulo de água, seja na forma líquida ou sólida. O satélite é envolto por uma delgada nuvem de gás enxofre expelido de suas erupções vulcânicas, contudo essa não é uma atmosfera propriamente dita.

A superfície de Io é coberta por enxofre e dióxido de enxofre, substâncias utilizadas por muitos microrganismos, na Terra, como fonte de energia. Por ser um corpo rochoso certamente as substâncias químicas necessárias à vida encontram-se neste substrato constituindo sua atividade vulcânica uma maneira constante de renovação dessas substâncias imprescindíveis à vida.

Contudo, o ambiente hostil de Io, entre outros fatores, não só torna improvável a existência de qualquer forma de vida neste satélite, como elimina qualquer possibilidade de o mesmo se tornar uma plataforma de pesquisa do planeta gigante.



Fonte: WIKIPÉDIA

## EUROPA

O segundo satélite natural de Júpiter, chamado Europa ou Júpiter II acena como uma possibilidade de plataforma de pesquisa acerca do planeta gigante e também com a possibilidade da existência de vida nesta lua. Este satélite orbita a seiscentos e quarenta e três mil quilômetros de distância da superfície de Júpiter.

Em 1998 a nave espacial Galileu sobrevoou Europa nos revelou ser ele um corpo coberto por uma espessa camada de gelo que apresenta fraturas. Em muitos pontos da superfície de Europa a temperatura chega a 323 graus negativos. Em seu equador, ao meio dia, a temperatura média sua temperatura média é de -145 °C

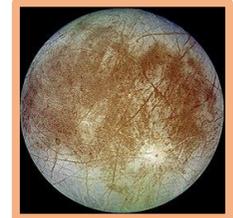
Contudo ainda assim existe calor em alguns outros pontos dessa superfície congelante, calor esse que flui do seu interior para a sua superfície através das fraturas nela existentes.

Mas a característica marcante deste satélite, no que tange a possibilidade de ele abrigar algum tipo de ser vivo é, precisamente, o fato de nela existir um oceano de água líquida abaixo da grossa camada de gelo que recobre a sua superfície.

A água, desse oceano líquido subterrâneo de Europa, transborda na superfície por meio das fendas ou rachaduras da camada de gelo que constitui a sua superfície. Este oceano de água líquida, ao que tudo indica, encontra-se próximo à superfície; localizando-se entre dezesseis a vinte e quatro quilômetros abaixo desta.

Europa é um corpo sólido que apresenta atividade “geológica” que é representada pelo tectonismo e pelo criovulcanismo – fenômeno, comum em luas e planetas gelados, similar ao vulcanismo, porém os vulcões, em questão, não expelem lava, e sim, algum tipo de substância volátil, a exemplo da água, amoníaco ou metano.

Essa atividade “geológica” de Europa concentra-se abaixo de seu oceano líquido e possibilita o ciclo químico de substâncias importantes para a bioquímica da vida, algumas delas utilizadas por organismos



Fonte: WIKIPÉDIA

quimiossintetizantes como fonte de energia utilizada na produção de compostos orgânicos.

Contudo Europa não possui atmosfera, todavia hoje é o centro dos olhares humanos acerca do complexo Júpiter e satélites, haja vista estar sendo vista como uma possível base de pesquisa sobre o gigante de mancha vermelha.

## GANIMEDES

Ganimedes, também chamado de Júpiter III, é o terceiro e maior dos satélites galileano. Na superfície rochosa deste satélite é repleta de água na forma sólida, contudo nada indica haver fonte de calor externa (se encontra a uma considerável distância do Sol) e interna (não há registros de atividades geológicas) que possibilitem a fusão de sua reserva de água de superfície. Todavia, Ganimedes possui água líquida em seu subsolo.

A incidência de raios solares é mais efetiva em seu equador ao meio dia. Neste ponto e horário a temperatura média da superfície é de cento e vinte e um graus Celsius negativos.

Pode se dizer que não existe atmosfera envolvendo este satélite e a ausência de atividades geológicas inviabiliza a disponibilidade de substâncias químicas a organismos quimiossintetizantes ou mesmo a reciclagem dos materiais necessários à vida.

## CALISTO

Calisto ou Júpiter IV é o quarto satélite galileano. Existe água líquida no subsolo desta lua, mas não em sua superfície. A incidência de raios solares é mais efetiva em seu equador ao meio dia. Neste ponto e horário a temperatura média da superfície é de cento e oito graus Celsius negativos. Calisto parece ser o astro



Fonte: WIKIPÉDIA



Fonte: WIKIPÉDIA

com o maior número de crateras do Sistema Solar. É um corpo sólido constituído por gelo de água e rocha. A presença de gelo de água confere a ele uma menor densidade.

Parte da comunidade científica astronômica acredita haver um oceano líquido abaixo de sua superfície. A distância que se encontra do Sol ainda não constitui um empecilho à utilização da luz do nosso astro rei como fonte de energia.

Por ser um corpo sólido com composição química similar a dos planetas rochosos traz em si os materiais químicos necessários à vida, contudo tais materiais não passam pelo preponderante processo de reciclagem, vez que, por exemplo, não se verifica a ocorrência de processos geológicos.

## ENCÉLADO

Encélado, um dos 62 satélites de Saturno é uma lua extremamente brilhante. Não possui, como todo satélite e planeta, luz própria. Seu brilho intenso se deve ao seu alto grau de refletividade, ou seja, ao seu albedo que é o percentual de luz que incide sobre um corpo e é por ele refletida. O albedo de Encélado é 0,99. Significa dizer que 99% da luz que incide sobre este astro é por ele refletida. Aliás, Encélado é o corpo que apresenta o maior albedo entre todos os outros corpos que compõem o sistema solar.

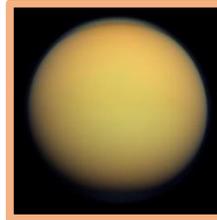
Encélado possui um lago de água, ou seja, água na forma líquida, abaixo da grossa camada de gelo que recobre o satélite, precisamente em seu polo sul. As ejeções de água (gêiseres) neste polo, primeiramente verificadas pela nave espacial Cassini, se devem à presença de fraturas ou criovulcões nesta parte da camada de gelo que recobre o satélite (PORCO, C. C., *et al.*).



Fonte: BRANDÃO H. (2020)

## TITÃ

É o maior satélite natural de Saturno e o segundo maior do sistema solar, sendo desbancado somente por Ganimedes, uma das luas de Júpiter. Existem evidências de que água na forma líquida, substâncias orgânicas e fontes de energia estavam presentes no Titã do passado, ou seja, as condições preponderantes para a existência de vida no passado deste satélite.



Fonte: WIKIPÉDIA

Titã possui uma composição química complexa sendo rico em matéria orgânica, porém não existe, hoje, água líquida em nenhum ponto de sua superfície. Em suas depressões se encontram rios e lagos constituído de etano e metano tendo sido registrado, também, precipitações (chuva) de metano e neve de metano.

Titã possui atmosfera e está o protege contra a radiação solar e dos raios cósmicos assim como faz nossa atmosfera em relação à Terra. Contudo, na composição desta inexistente gás oxigênio. A superfície deste satélite é coberta de gelo, mas apresenta também um relevo intercalado por montanhas e criovulcões estruturas geológicas que expelem não lava, mas sim, água, amônia ou metano. Os criovulcões existentes neste satélite expelem metano. A temperatura de sua superfície chega a 185 graus negativo, quando a Terra o extremo de temperatura negativa que já se registrou foi de noventa graus negativo. Esta temperatura tão baixa de Titã se deve à sua enorme distância do Sol, aproximadamente 1,4 bilhão de quilômetros.

A densa nevoa de metano e a própria atmosfera de Titã impedem que os raios de Sol aqueçam sua superfície. Superfície congelada, lagos e rios de metano efeito estufa tendente a zero não inviabilizam a esperança de se encontrar vida ou evidências de existência de vida no passado de Titã. Parte da comunidade científica acredita haver um oceano sobre a superfície do satélite. Recentes pesquisas detectaram a presença da substância orgânica 1,2-

ciclopropadieno ( $C_3H_2$ ). Essa descoberta fez com que os holofotes da possibilidade de vida em outro astro do sistema solar se direcionassem para Titã.

## CONCLUSÃO

Percebe-se que a existência de água não constitui uma prerrogativa da Terra. Em vários astros do sistema solar esta substância, imprescindível à vida como a conhecemos, se faz presente.

Contudo, nossa busca maior, pois o foco é a vida, é encontrar água na forma líquida em outros astros, componentes do sistema solar, que não a Terra. Esta substância, neste estado físico, também se encontra relativamente distribuída em nosso sistema planetário, porém no subsolo de alguns astros; a exemplo dos satélites: Europa, Ganimedes e Calisto – três dos quatro satélites galileanos; e de Titan e Encelados, dois do conjunto de sessenta e dois satélites naturais pertencentes a Saturno. Nosso satélite natural também possui água em sua superfície, porém no estado sólido.

Todavia, a Terra, até o presente momento, é o único astro do sistema solar e do universo, em que temos ciência da existência de água líquida em sua superfície.

Temperatura e pressão são as variáveis físicas que irão atuar na definição do estado físico desta substância. Portanto tem-se um conjunto de condições físicas e químicas que um astro deve estar submetido para que a água líquida coexista em sua superfície. Por exemplo, a distância em que ele se encontra da sua estrela, o grau de radiação (calor) que chega até ele, a espessura e composição de sua atmosfera, entre outros.

Logo, a existência de água líquida na superfície de um astro e, conseqüentemente, nele a possível existência de vida não são acontecimentos aleatórios, mas sim, fenômenos que se manifestam devido a um todo complexo de fatores físicos e químicos que ocorre simultaneamente. Destarte, a existência de água líquida no subsolo de um astro não o caracteriza como habitável, porquanto essa água não existir, neste estado físico, na sua superfície.

## **ANEXO**



## TERMO DE VALIDAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Atestamos para os devidos fins que os produtos educacionais abaixo intitulados são aplicáveis para professores e estudantes da Educação Básica.

- 1) SEQUÊNCIA DIDÁTICA – SISTEMA SOLAR, ELEMENTOS QUÍMICOS, SUBSTÂNCIAS, TERRA E VIDA;
- 2) JOGO – SINUCA DOS PLANETAS E ALGUNS SATÉLITES NATURAIS COMPONENTES DO SISTEMA SOLAR;
- 3) JOGO – ELEMENTOS QUÍMICOS, A TABELA PERIÓDICA DO UNIVERSO.

Feira de Santana, 25 de outubro de 2021

Presidente da Banca de Avaliação:

Profa. Dra. Vera Aparecida Fernandes Martin (DFIS-UEFS)

Membro Interno do Mestrado Profissional em  
Astronomia:

Prof. Dr. Carlos Alberto de Lima Ribeiro (DFIS-UEFS)

Membro Externo – Convidado:  
Profa. Dra. Selma Rozane Vieira (IFBA –  
Vitória da Conquista)