

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE ASTRONOMIA E GEOFISICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE ASTRONOMIA**

JOSÉ IVAN SPINARDI

**ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM
ASTROBIOLOGIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL 2**

**SÃO PAULO
2017**

“Versão corrigida. O original encontra-se disponível na Unidade.”

JOSÉ IVAN SPINARDI

**ELABORAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA EM
ASTROBIOLOGIA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL 2**

**Dissertação apresentada ao Instituto de
Astronomia e Geofísica da Universidade
de São Paulo obtenção do título de
mestre em ensino de Astronomia.**

**Área de concentração: Ensino de
Astronomia.**

**Orientador: Prof. Dr. Amâncio Cesar
Santos Friaça**

SÃO PAULO

2017

“O materialismo dialético ensina que a matéria nunca permanece em repouso, mas, pelo contrário, está em constante movimento, desenvolve-se e, evoluindo, eleva-se a níveis cada vez mais altos e adquire formas de movimento cada vez mais complexas. Ao elevar-se de um degrau ao outro, a matéria adquire novos atributos. Um deles é a vida cujo surgimento marca uma etapa, um escalão determinado do desenvolvimento histórico da matéria. Durante o decorrer desse desenvolvimento é que surgiu a vida, como uma nova qualidade.”

Alexander Oparin

“Se não existe vida fora da Terra, então o Universo é um grande desperdício de espaço”

Carl Sagan

“Há vidas sim em outros planetas, porém, não desenvolvidas.”

Um aluno da 8ª série A.

AGRADECIMENTOS

À minha família.

Ao meu sobrinho Luiz Lucas pelo suporte em informática.

Às educadoras Erika Reyes Molina e Giovanni Scataglia Botelho Paz, pelo apoio e confiança.

À Professora Maria Helena Pereira, da EMEF João Guimaraes Rosa, pela cessão de suas aulas para a aplicação das atividades.

À direção desta EMEF pela facilitação da aplicação do projeto.

Aos alunos do 8º ano A por suas participações e colaborações ao projeto.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Amâncio Cesar Santos Friaça pela paciência e confiança em mim depositadas.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

Cora Coralina

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a elaboração e análise de uma proposta para discutir tópicos de Astrobiologia com estudantes do ensino fundamental 2, particularmente com alunos da oitava série de uma escola municipal no município de São Paulo, a Escola Municipal de Ensino Fundamental João Guimarães Rosa. Buscamos compreender como eles constroem suas concepções sobre a possibilidade de existência de vida extraterrestre a partir de conceitos de astronomia e ciências abordados em sala de aula. Aplicamos uma sequência didática, materializada em um plano de cinco aulas, onde se observou a evolução conceitual dos alunos mediante indicadores de alfabetização científica. Partindo de uma exploração das concepções espontâneas dos alunos, utilizando o caderno do aluno e o caderno de apoio ao professor, observamos o posicionamento dos estudantes frente às situações de conflito cognitivo, bem como o papel dos mediadores na construção do conhecimento, de acordo com a teoria sociointeracionista de Vygotsky. Com relação ao processo de aprendizagem, tentamos promover a alfabetização científica ao apresentar um problema - "Existe vida lá fora?" - e fornecendo materiais relevantes que permitiram que os alunos organizassem e construíssem seus conhecimentos mediados, estabelecendo assim um entendimento sobre Astrobiologia, bem como de seu objeto de estudo, a vida no Universo. O resultado desse trabalho derivado da aplicação de uma sequência didática é o caderno do aluno e a observação da evolução da alfabetização científica dos alunos no decorrer da aplicação das atividades.

Palavras-chave: Alfabetização Científica e tecnológica, Astrobiologia, Sequência Didática, Interdisciplinaridade, Transdisciplinaridade, STEM

ABSTRACT

This work aims at the elaboration and analysis of a proposal to discuss topics of Astrobiology with elementary school students 2, particularly with eighth grade students from a municipal school in the city of São Paulo, João Guimarães Rosa Municipal Elementary School. We seek to understand how they construct their conceptions about the possibility of existence of extraterrestrial life from concepts of astronomy and sciences addressed in the classroom. We applied a didactic sequence, materialized in a plan of five classes, where the conceptual evolution of the students was observed through indicators of scientific literacy. Based on an exploration of students' spontaneous conceptions, using the student notebook and teacher support notebook, we observed the students' positioning in the face of situations of cognitive conflict, as well as the role of mediators in the construction of knowledge, according to the Vygotsky's socio-interactionist theory. With regard to the learning process, we try to promote scientific literacy by presenting a problem - "Is there life out there?" - and providing relevant materials that allowed the students to organize and build their mediated knowledge, thereby establishing an understanding of Astrobiology as well as its object of study, life in the Universe. The result of this work derived from the application of a didactic sequence is the student's notebook and the observation of the evolution of the students' scientific literacy in the course of the application of the activities.

.

Keywords: Scientific and technological literacy, Astrobiology, Didactic sequence, Interdisciplinarity, Transdisciplinarity, STEM

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: CLASSIFICAÇÃO DOS EXTREMÓFILOS	29
TABELA 2: INDICADORES DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS	74
TABELA 3: ESPECTROSCÓPIOS E INDICADORES	75
TABELA 4: INDICADORES E ZONA DE HABITABILIDADE	77
TABELA 5: INDICADORES E QUESTÃO PROBLEMATIZADORA.....	78
TABELA 6: EVOLUÇÃO TEMPORAL DOS INDICADORES.....	79

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: INTERDISCIPLINARIDADE DA ASTROBIOLOGIA	14
FIGURA 2: TARDIGRADO (HYPHIBUS DUJARDINI)	31
FIGURA 3: TARDIGRAFO EM FASE DESLIGAMENTO	32
FIGURA 4: DEINOCOCCUS RADIODURANS	32
FIGURA 5: XANTHORIA ELEGANS.....	33
FIGURA 6: EVOLUÇÃO DA ZONA DE HABITABILIDADE DO SOL	35
FIGURA 7: CICLO DO SILICATO-CARBONO	35
FIGURA 8: ZONA HABITAVEL ESTELAR DESTACANDO O SISTEMA SOLAR ...	39
FIGURA 9: ZONA HABITAVEL PARA ESTRELAS DA SEQUÊNCIA PRINCIPAL ..	40
FIGURA 10: METODOS DE DETECÇÃO DE EXOPLANETAS.....	42
FIGURA 11: DETECÇÃO DE EXOPLANETAS: VELOCIDADE RADIAL	44
FIGURA 12: DETECÇÃO DE EXOPLANETAS: TRÂNSITO PLANETÁRIO	45
FIGURA 13: DETECÇÃO DE EXOPLANETAS: MICROLENTE GRAVITACIONAIS	46
FIGURA 14: O SISTEMA PLANETARIO DE GLIESE 581 NA MÍDIA.....	47
FIGURA 15: COMPARAÇÃO ENTRE GLIESE 581C E A TERRA	47
FIGURA 16: O ESTRANHO SISTEMA SOLAR DE GLIESE 581	48
FIGURA 17: ZONA HABITAVEL DE GLIESE 581	49
FIGURA 18: NUCLEOSSÍNTESE PRIMORDIAL	51
FIGURA 19: NUCLEOSSÍNTESE ESTELAR: CADEIA PRÓTON-PRÓTON.....	52
FIGURA 20: NUCLEOSSÍNTESE ESTELAR: CICLO CARBONO-NITROGÊNIO	53
FIGURAS 21: NUCLEOSSÍNTESE ESTELAR: FORMAÇÃO DO CARBONO	54
FIGURA 22: TABELA PERIODICA DOS ASTRONOMOS	56
FIGURA 23: GRAFITE DE ALUNO DO MOCAM.....	81

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. ASTROBIOLOGIA.....	23
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	58
4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	64
5. ANÁLISE E DISCUSSÃO.....	72
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
APÊNDICE A – PLANO DE AULA.....	91
APÊNDICE B – PLANO DE AULA REVISADO	104
APÊNDICE C – CONSTRUÇÃO DO ESPECTROSCÓPIO	117
APÊNDICE D – ATIVIDADES DOS ALUNOS DO "JOÃO GUIMARÃES ROSA"..	119

1. INTRODUÇÃO

Desde seus primórdios, a humanidade tem um enorme interesse em conhecer o que acontece nos céus. Nada mais natural que a astronomia seja uma das ciências mais antigas. O conhecimento astronômico acompanha as questões que a humanidade engendrou sobre como se dá o dia e a noite, as estações do ano, os movimentos do Sol da Lua e dos planetas e suas influências na agricultura, questões cruciais porque sua subsistência dependia do plantar e colher. Porém a astronomia ia além das aplicações utilitárias. Aliando a observação dos fenômenos celestes a um tratamento matemático cada vez mais elaborado, permitiu construir visões de mundo, cosmologias, que pretendiam não só abarcar o todo mas serem precisas. Aristóteles (384 a.C. - 322 a.C.) concebeu uma cosmologia que separava o mundo em sublunar e supralunar, e essa visão de dominou a história do pensamento ocidental até meados do séc. XVI. Porém, já na Idade Média, a precisão da cosmologia aristotélica começava a ser questionada pelos matemáticos, ou seja, os astrônomos que calculavam os movimentos dos astros. Tudo estava maduro para que em 1543, Copérnico lançasse seu livro *Da Revolução dos Orbes Celestes* afirmando que o sistema planetário é heliocêntrico e que os planetas orbitavam o Sol e não a Terra, como exigido pela física aristotélica. Com o desenvolvimento maior das forças produtivas da sociedade houve um grande avanço tecnológico e de conhecimentos matemáticos, principalmente a trigonometria e instrumentos como sextantes, que medem grau e ângulo, verificou-se que modelo aristotélico de esferas homocêntricas não dava conta dos movimentos observados. Com instrumentos mais precisos, Tycho Brahe astrônomos começar a observar cometas e demonstra que eles estão além da órbita da Lua, o que é inconsistente com a ideia de mundo supralunar imutável de Aristóteles. A aparição da Supernova de Tycho em 1572 e a demonstração observacional de que ela está além da Lua demole de vez a cosmologia aristotélica. Mas foi Kepler, estudando os dados observacionais de Tycho Brahe e dando um tratamento matemático à astronomia, que formulou suas três leis que corroboraram definitivamente para que o sistema fosse considerado heliocêntrico. Todas essas observações e teorias que os astrônomos da época faziam e compartilhavam entre si contribuiu para que o cientista italiano Galileu Galilei, com a utilização de uma luneta, ao descobrir as luas de Júpiter, cujos períodos e raios obedeciam às mesmas relações

que as órbitas planetas em torno do Sol, chegasse à conclusão de que a mesma física se aplica em toda parte, seja na Terra, seja no Céu. Nesse ponto, há uma mudança de paradigma ou inflexão de como a ciência se revoluciona, ou coloca ou agrega novos métodos resolutivos em oposição à sua observação anterior. O filósofo das ciências Thomas Khun, discute a ocorrência dessa mudança de paradigma:

“Algo mais do que a incomensurabilidade de padrões é, no entanto, envolvida [nas mudanças de paradigma]. Como os novos paradigmas nascem dos velhos, eles ordinariamente incorporam muito do vocabulário e aparelhos conceituais e manipulativos que o paradigma tradicional havia anteriormente empregado. Mas eles raramente empregam da maneira tradicional esses elementos emprestados. Dentro do novo paradigma, os velhos termos, conceitos e experimentos caem sob novas relações uns com os outros. O resultado inevitável é aquilo que temos de denominar – embora o termo não seja muito correto – um desentendimento [misunderstanding] entre as duas escolas em competição. Os leigos que mofaram da teoria da relatividade geral de Einstein porque o espaço não podia ser “curvo”

... não estavam simplesmente errados, como também não estavam os matemáticos, físicos e filósofos que tentaram desenvolver uma versão euclidiana da teoria de Einstein. O que anteriormente se havia significado por ‘espaço’ era necessariamente plano, homogêneo, isotrópico e não afetado pela presença da matéria... Para efetuar a transição para o universo de Einstein, a rede conceitual completa [whole conceptual web], cujos fios são espaços, tempo, matéria, força, etc., teve que ser deslocada e ajustada de novo ao todo da Natureza. Somente os homens que juntos fizeram ou deixaram de fazer essa transformação estariam aptos a descobrir precisamente aquilo sobre o que concordavam ou discordavam. Considerem-se, como outro exemplo, os homens que chamavam Copérnico de louco porque ele afirmava que a Terra se movia. Parte do que eles significavam por ‘Terra’ era ‘posição fixa’. A sua Terra, pelo menos, não podia ser movida”.
(KUHN, 1970, 2ª edição, p.149-150)

Correspondentemente, a inovação de Copérnico não foi simplesmente mover a Terra. Ao invés, foi toda uma maneira nova de considerar os problemas da física e da astronomia que necessariamente mudou o significado de ambos, ‘Terra’ e ‘movimento’. “Sem tais mudanças, o conceito de uma Terra móvel era loucura.” Um capítulo que seria de grande importância para a discussão da história da ciência, mas que não é o objeto de estudo deste trabalho. Com o desenvolvimento tecnológico da

sociedade e como resultado das leis de Newton, tem-se um quadro totalmente novo da questão da astronomia no que diz respeito ao cálculo das massas dos planetas, bem como de sua distância e localização. Com o desenvolvimento tecnológico das lentes, a acuidade dos telescópios foi se aperfeiçoando, havendo, com o desenvolvimento da espectroscopia, a inferência da composição química das estrelas, bem como dos planetas. No séc. 20, com o maior desenvolvimento dos conceitos da física, química e biologia, o homem pode chegar à Lua, retirar amostras do solo lunar e, mais do que isso, o aprimoramento tecnológico que tal missão ensejou a diversos avanços tecnológicos para a humanidade, entre os quais o forno de micro-ondas, apenas para exemplificar que no bojo de um avanço científico acontece paralelamente uma grande variedade de utilidades tecnológicas que, de certa maneira, favorecem a humanidade em sua vida prática. Tal fato foi marcante para a humanidade e ensejou questionamentos, principalmente nos meios acadêmicos e nas escolas. Países, em um primeiro momento, principalmente os Estados Unidos da América, investiram pesadamente na educação científica de seus estudantes através de programas como o PSSC, O Physical Science Study Committee (em português Comitê de Estudo de Ciências Físicas) foi inaugurado no Instituto de Tecnologia de Massachusetts em 1956 com o objetivo de avaliar a educação introdutória a física e formular e monitorar aprimorações. O comitê produziu importantes livros didáticos, filmes instrutivos e materiais para laboratório em sala, que foram usados em ensinos médios ao redor do mundo durante os anos 1960 e 1970. «PSSC: 50 Years Later». Compadre.org. Consultado em 4 de junho de 2017, em que os alunos tinham um kit para experiências, utilizando-o nas aulas de ciências. Na década de 70, aqui no Brasil, tal programa também foi adotado; porém, com o tempo, se revelou fracassado e sem perspectivas devido a inúmeras dificuldades, entre elas, falta de professores capacitados, falta de laboratórios nas escolas, uniformidade do ensino de ciências em nível nacional e outras questões regionais. Tanto nos EUA quanto no Brasil, essa forma de ensinar ciências se tornou ineficaz, mas sua discussão e os modelos de ensino de ciências constituíram um grande debate que não é o objeto de estudo deste trabalho em sua totalidade. A ciência e sua realização partem sempre de uma questão problematizadora. Por isso, segundo Bachelard (1996, p. 18, 2006, p. 166), “todo o conhecimento deve se iniciar por um problema, visto que ele é a própria resposta a uma pergunta.” Em outras palavras, o problema é uma conjectura ou hipótese que aponta para sua própria resolução. Ainda assim, nenhum conhecimento parte do zero,

mas de um conhecimento anterior. Por conseguinte, se não existe um problema de pesquisa, tampouco existe um conhecimento científico: é "[...] precisamente o sentido do problema que dá a marca do verdadeiro espírito científico." (BACHELARD, 2006, p. 166)

“Mais do que isso, as buscas de resolução dos problemas científicos não podem ser interrompidas apressadamente, tal como se a verdade se alcançasse. Isso porque da verdade somente nos aproximamos. E todo pesquisador ou cientista individual é munido de suas paixões e valores, não se configurando como um ser objetivo. Assim, ao contrário do historiador, que deve tomar as ideias como fatos, o epistemólogo deve tomar os fatos como ideias, inserindo-as num sistema de pensamento, que deve ser aberto e dinâmico, possibilitando dialetizar as variáveis experimentais.” (BACHELARD, 1996, p. 20-25).

Para responder à questão problematizadora “Como funciona o Universo”, a humanidade, desde os primórdios, construiu modelos durante toda a sua história, configurando-os como resultado do desenvolvimento de conhecimentos e tecnologias de uma determinada sociedade em seu momento histórico. O sistema solar foi concebido quando se imaginou sair da Terra para poder olhar de longe o conjunto de planetas movendo-se em torno do Sol. Isso significa um esforço gigantesco para se imaginar um centro de observação que não coincide com o lugar onde se vive concretamente. Para os estudantes, é difícil a superação de concepções intuitivas acerca da forma da terra, sua espessura, diâmetro, localização e principalmente a descrição de seus movimentos. Nesse sentido, é importante que o professor abra o diálogo para as diferentes concepções dos alunos sobre o Universo antes de entrar ou mesmo construir com os alunos uma visão científica sobre o Universo. Tal dificuldade também se manifesta com relação às estações do ano, bem como de se entender o movimento rotacional da Terra. Todas essas concepções prévias dos estudantes e alunos são importantes. Mortimer (2000) assinala que:

“A construção de novos conceitos não pressupõe o abandono das concepções prévias, mas a tomada de consciência do contexto em que elas são aplicáveis. O objetivo do ensino torna-se, portanto, a evolução de um perfil conceitual, através da construção de novas zonas (etapas) desse perfil e da tomada de consciência do domínio onde cada ideia é aplicável.”

Em resposta à necessidade de melhorias no ensino de Ciências e Matemática

como forma de inclusão social e de aumento do interesse dos alunos em carreiras nas áreas de Tecnologia e Engenharia, o STEM – sigla para Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (do inglês: Science, Technology, Engineering and Mathematics), foi apresentado pela Academia Nacional de Ciências, Engenharia e Medicina dos Estados Unidos como uma proposta de ensino globalizador. Baseado em projetos e, por meio da proposição de problemas, o STEM busca articular e aplicar os conhecimentos das disciplinas escolares para que, integrados à estrutura de conhecimento do indivíduo, possam ser significativos em uma situação concreta, o que levou um desenvolvimento posterior da STEM em STEAM ao incluir a arte (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) dentro do seu escopo (SOUSA e PILECKI, 2013). A consideração da astrobiologia dentro do ensino básico se alinha com os objetivos da STEM Education, ao integrar de um modo natural os grandes campos do pensamento: física, química, biologia, astronomia, geologia, história e filosofia. Outra afinidade com a abordagem STEM/STEAM é facilitar a navegação em um mundo onde qualquer tipo de consideração, incluindo as estéticas e culturais, devem levar em conta a imersão do mundo dentro ciência e tecnologia. Em última análise, as escolhas éticas não podem ignorar conhecimento científico. Este ponto se reflete em uns dois eixos da pesquisa astrobiologia, que é a ação humana na Terra e além.

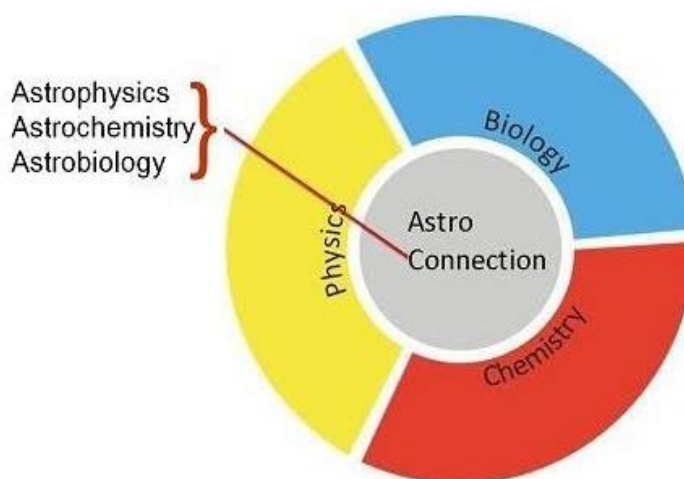


FIGURA 1. NTERDISCIPLINALIDADE NA ASTROBIOLOGIA

A Astrobiologia é o estudo das origens, evolução, distribuição e futuro da vida no universo. Exige conceitos fundamentais de vida e ambientes habitáveis que nos

ajudem a reconhecer biosferas que possam ser bastante diferentes das nossas. A Astrobiologia engloba a busca de planetas potencialmente habitados além de nosso Sistema Solar, a exploração de Marte e os planetas externos, pesquisas laboratoriais e de campo sobre as origens e a evolução precoce da vida e estudos do potencial da vida para se adaptar aos desafios futuros, tanto em Terra e espaço. É necessária uma pesquisa interdisciplinar que combine biologia molecular, ecologia, ciência planetária, astronomia, ciência da informação, tecnologias de exploração espacial e disciplinas relacionadas. O amplo caráter interdisciplinar da astrobiologia obriga-nos a lutar pela compreensão mais abrangente e inclusiva dos fenômenos biológicos, planetários e cósmicos. A Astrobiologia coloca-se desde a sua consolidação como multi-, inter- e transdisciplinar. De fato, o primeiro princípio básico do *NASA Astrobiology Roadmap* é:

“A Astrobiologia é multidisciplinar em seu conteúdo e interdisciplinar em sua execução. Seu sucesso depende criticamente da estreita coordenação de diversas disciplinas e programas, incluindo missões espaciais.”
(DESMARAIS, et al. 2008)

Os PCNs e PCN+ ressaltam a contextualização, juntamente com a interdisciplinaridade, como um dos pressupostos centrais para implementar um ensino por competências. Mas o que ocorre é que não há um consenso em relação ao que seja um ensino por competências no âmbito das Ciências. Essa interpretação da contextualização acaba sendo reforçada pelas próprias DCNEM, ao afirmarem “que é possível generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente” (BRASIL, 1999, p.94). Isso fica claro nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o ensino médio (DCNEM) e nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+). Copérnico e Newton, bem como suas contribuições ao desenvolvimento da astronomia devem ser vistas não como sistemas de certo e errado, mas de complementaridade, onde a ciência vai se fundamentando, construindo sistemas que mais se aproximem da realidade. As observações com instrumentos e a análise de fotos dos astros observados por Galileu são reveladoras e permitem, também, discutir sobre o papel da tecnologia no desenvolvimento de novos conhecimentos.

Fundamentada na escola de psicologia russa que remete às dimensões social, histórica e cultural da formação dos indivíduos e de suas relações com o outro e com o mundo, a Teoria da Atividade é um referencial interdisciplinar que permite leitura complexa dos fenômenos, sob a perspectiva materialista dialética. Por esse referencial, o foco de análise é o desenvolvimento dos sujeitos em suas atividades e a sistematização dessas nos permite a localização de contradições e tensões, elementos fundamentais para o surgimento de Ciclos Expansivos de Aprendizagem e novas atividades.

Nessa perspectiva, atividades são “processos psicologicamente caracterizados por aquilo a que o processo, como um todo, se dirige (seu objeto), coincidindo sempre como o objetivo que estimula o sujeito a executar esta atividade, isto é, o motivo” (LEONTIEV, 2001).

Assim, a atividade humana socialmente significativa, orientada a objetos e mediada por instrumentos pode ser considerada como unidade básica da existência e da produção de cultura humana, pela qual há a emergência das potencialidades da consciência e do desenvolvimento (LEONTIEV, 1983).

Ao se apropriar da cultura e da história social e se colocando no interior dessa história, o indivíduo se constitui em relações concretas com outros indivíduos em um processo de prática social coordenada em ações e operações, orientada a um objeto que sintetiza os motivos diante das necessidades biológicas e culturais instauradas (LEONTIEV, 2004).

Dessa forma, no movimento entre o geral e o individual, a dinâmica da atividade transcende o aspecto individual, produzindo relações sociais fundamentais para os processos de mudança. (LEONTIEV, 1983).

As ideias de Newton foram revolucionadas pelas ideias de Einstein, que deram origem a um novo modelo de universo. Fenômenos como buracos negros, quasares, estrelas de nêutrons, gigantes vermelhas, anãs brancas e outros fenômenos envolvendo a evolução das estrelas e do próprio Universo podem ser aprofundadas em leituras paradigmáticas bem orientadas, bem como temas relacionados à astrobiologia. Diante do rápido crescimento que a ciência tecnológica vem acumulando, há a necessidade do ser humano em acompanhá-la, tornando-se capaz de pensar, exercer com crítica sua posição sobre os fenômenos que ocorrem na

natureza e em seu redor. Menezes (2003, p.20) diz que “adquirir cultura científica é um direito e a escola tem a função de difundi-la.”

Um tema bastante interessante e intrigante, que é o escopo do atual trabalho, é os alunos investigarem um tema a ser problematizado - “Há vida lá fora?” -, utilizando-se de ferramental apropriado produzido pelo descobrimento contínuo de exoplanetas em sistemas solares diferentes, que têm uma proximidade com uma estrela, atmosfera de gases e presença de água em vários estados, para inferir se há vida incipiente nesse exoplanetas ou não, tornando a investigação facilitada pelo papel mediador do professor na condução da pesquisa de formas de vida que se adaptam às situações extremas, os extremófilos. (PCNs terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental/ Secretaria de Educação, Brasília: MEC, SEF, 1998.

Um novo modelo, indo mais longe, concebe o Universo ainda mais amplo, situando o Sistema Solar no interior da Via Láctea, a nossa galáxia, mas uma galáxia entre outras, todas elas participando da expansão do Universo.

Telescópios poderosos permitiram demonstrar a existência de outras galáxias e verificar que elas, em grandes escalas, distanciam-se entre si, revelando expansão do Universo, descoberta por Hubble em 1929. Essa observação permitiu a consolidação de um modelo de Universo em expansão a partir de um estado inicial extremamente denso e quente, que passou a ser representado como uma grande explosão, e que ganhou o nome de Big Bang. Se o Universo teve um início, pode-se debater a possibilidade de poder ter um fim em uma reversão da expansão em contração ou se a expansão continuaria indefinidamente. Tais cenários cosmológicos são temas de estudo do componente curricular Astronomia.

As distâncias astronômicas devem ser trabalhadas com os alunos, pois associadas estão com os respectivos modelos de Universo, bem como a noção de movimento aparente do Sol, em que se desenha o sistema heliocêntrico.

A mediação do professor será benéfica quando ajudar o próprio aluno a imaginar e a explicar aquilo que observa do Sol, da Lua, das estrelas e planetas, fazendo com que façam as respectivas anotações e confrontem com os modelos de universo existentes, surgindo desse conflito cognitivo um sistema de ensino-aprendizagem.

O conhecimento sobre os corpos celestes foi sendo acumulado historicamente também pela necessidade de se aprender a registrar o tempo cíclico e de se orientar no espaço. Já na fase nômade, a espécie humana associava mudanças na vegetação, hábitos de animais, épocas de chuvas com a configuração de estrelas, ou com a trajetória do Sol. Com a elaboração de mapas dos céus, começou-se a se desenvolver a Geometria, situando o ser humano com maior precisão na Terra e no espaço cósmico.

Outras transformações ocorrem em razão da própria estrutura, da orientação do eixo de rotação e dos movimentos de nosso planeta. Por ser uma esfera com eixo de rotação inclinado em relação ao plano de translação, diferentes regiões da Terra captam a luz e o calor do Sol com intensidades muito diferentes ao longo do ano, constituindo variados climas e biomas, característicos das latitudes em que se encontram. São conhecimentos que tiveram um longo percurso até sua sistematização atual.

O que causa as estações é o fato de a Terra orbitar o Sol com o eixo de rotação inclinado, e não perpendicular ao plano orbital. O ângulo entre o plano do equador e o plano orbital da Terra é chamado obliquidade da eclíptica e vale $23^{\circ}27'$. Também podemos definir a obliquidade como a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao eixo perpendicular à eclíptica (plano orbital da Terra). Devido a essa inclinação, à medida que a Terra orbita em torno do Sol, os raios solares incidem mais diretamente em um hemisfério ou outro, proporcionando mais horas com luz durante o dia a um hemisfério ou outro e, portanto, aquecendo mais um hemisfério ou outro.

No Equador todas as estações são muito parecidas: todos os dias do ano o Sol fica 12 horas acima do horizonte e 12 horas abaixo do horizonte; a única diferença é a máxima altura que ele atinge. No equador, nos equinócios, o Sol faz a passagem meridiana pelo zênite, atingindo a altura de 90° no meio-dia verdadeiro. Nas outras datas do ano o Sol passa o meridiano ao norte do zênite, entre os equinócios de março e de setembro, ou ao sul do zênite, entre os equinócios de setembro e de março. As menores alturas do Sol na passagem meridiana são de $66,5^{\circ}$ e acontecem nas datas dos solstícios. Portanto a altura do Sol ao meio-dia no Equador não muda muito ao longo do ano e, conseqüentemente, nessa região não existe muita diferença entre inverno, verão, primavera e outono.

À medida que nos afastamos do Equador, as estações ficam mais acentuadas. A diferenciação entre elas torna-se máxima nos polos. (Kepler de Souza Oliveira Filho & Maria de Fátima Oliveira Saraiva)

Cerca de 71% da superfície da Terra é coberta por água em estado líquido. Do total desse volume, 97,4% aproximadamente, está nos oceanos, em estado líquido.

A água dos oceanos é salgada: contém muito cloreto de sódio, além de outros sais minerais.

Mas a água em estado líquido também aparece nos rios, nos lagos e nas represas, infiltrada nos espaços do solo e das rochas, nas nuvens e nos seres vivos. Nesses casos ela apresenta uma concentração de sais geralmente inferior a água do mar. É chamada de água doce e corresponde a apenas cerca de 2,6% do total de água do planeta.

Cerca de 1,8% da água doce do planeta é encontrado em estado sólido, formando grandes massas de gelo nas regiões próximas dos pólos e no topo de montanhas muito elevadas. As águas subterrâneas correspondem à 0,96% da água doce, o restante está disponível em rios e lagos. (WWW.sobiologia.com.br). Os fenômenos dos quais a água participa, como intemperismo, erosão, assoreamento, circulação do ar, clima, dissolução de substâncias e manutenção da vida, são fundamentais para a organização da superfície terrestre em litosfera, biosfera, hidrosfera e atmosfera. No domínio tropical, a água é um dos elementos que se encontra em abundância, devido ao alto índice de precipitação que a região recebe durante o ano, cujo valor varia de região para região, de lugar para lugar, assim como a sua distribuição ao longo do ano. De acordo com Demangeot (2000) o índice varia de 900 a 2000 mm anuais e a distribuição ocorre entre 6 a 9 meses no ano. Esses valores elevados e a sua ocorrência em grande parte do ano fazem com que a água seja transformada em um importante agente responsável por modelar o relevo através de diversos processos, como os erosivos (mecânico ou químico). As palavras de Coelho Netto reforçam e ampliam essa informação: A água constitui um dos elementos físicos mais importantes na composição da paisagem terrestre, interligando fenômenos da atmosfera inferior e da litosfera, e interferindo na vida vegetal, animal e humana, a partir da interação com os demais elementos do seu ambiente de drenagem. Dentre as múltiplas funções da água destacamos seu papel como agente

modelador do relevo da superfície terrestre, controlando tanto a formação como o comportamento mecânico dos mantos de solos e rochas, [...] (Coelho Netto 1998, p.93). Luciana Serelli Macedo Aranha Geógrafa – Curso de Geografia - Departamento de Geociências – DEGEO - Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ- MG- Brasillserelli@gmail.com Carla Juscélia de Oliveira Souza Doutora em Geografia – Curso de Geografia – Departamento de Geociências – DEGEO - Universidade Federal de São João del-Rei - UFSJ- MG- Brasil carlaju@ufs.br. A composição molecular da água, com dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio, e seus diferentes estados ou fases, bem como a abundância desses elementos no Universo, nos leva a pensar, ainda que de forma derivacional, na presença de algum tipo de vida fora do contexto do planeta Terra. Ou observar a vida dentro de um contexto cósmico em que sua manifestação, de alguma forma, dar-se-á sob determinadas condições em que a presença de água no estado líquido é uma das suas razões fundamentais. O presente trabalho, no decorrer dos capítulos, discute essa assertiva. Esse contexto de ensino-aprendizagem que se dá no terceiro e quartos ciclos do ensino fundamental 2, respectivamente.

Durante o curso de mestrado profissional em ensino de astronomia, desenvolvi, sob a orientação do prof. Amâncio, o tema da astrobiologia ou o surgimento da vida em um contexto cósmico, que comecei a aplicar em sala de aula, a princípio, com alunos do ensino médio. Por ser professor de física com formação em ciências, passei a aplicar este tema também no ensino fundamental 2, junto à disciplina de ciências que lecionava. Notei que as grades curriculares tanto do ensino médio como de ciências para o ensino fundamental 2, apesar de contemplar o conteúdo Astronomia, não citavam em nenhum momento a questão da astrobiologia ou mesmo fatores curriculares que ensejassem uma discussão a respeito do tema. Por iniciativa própria, comecei a aplicar o tema, inicialmente no ensino médio, particularmente na grade curricular do primeiro ano do ensino médio, em que os componentes astronomia, leis de Newton, leis de Kepler e as teorias de formação do universo fazem parte do repertório do PCN. Qual não foi minha surpresa quando a astrobiologia se revelou um motivador dos alunos no sentido de entenderem sua interdisciplinaridade e consequente facilidade para lidar com um tema que está tão na mídia! Mas foi no fundamental 2 que comecei a lecionar ciências, e ao apresentar o tema para as crianças da quinta, sexta e sétima séries, este causou encanto e gerou uma enxurrada

de perguntas, pesquisas partiam dos alunos, e nesse processo de construção do conhecimento, todos participavam e davam opiniões e caminhavam para uma visão científica do processo, desconstruindo, a partir de reflexões produzidas em sala de aula, as figuras de extraterrestres verdes, marcianos ou de forma antropoide tal como são representadas nos filmes de ficção.

Nesse sentido, ao aplicar de forma sistemática e planejada uma sequência didática sobre o tema em uma turma da oitava série do ensino fundamental 2 de uma escola municipal da cidade de São Paulo, partindo de concepções espontâneas dos alunos e utilizando o método de alfabetização científica, em que um problema levantado pelos alunos - “Há vida lá fora?” - promoveu uma ampla participação dos alunos, materializados no caderno do aluno e de apoio ao professor.

Neste capítulo, apresentei o componente curricular Astronomia no ensino fundamental, assinalando a sua importância e seus conteúdos, junto com uma breve contextualização do ensino de astronomia no ensino fundamental das escolas brasileiras. Justifiquei a inserção do tema Astrobiologia em vista dela promover a interdisciplinaridade na escola, e discuti a origem da palavra Astrobiologia e os conceitos astrobiológicos fundamentais de exoplanetas e extremófilos. A dissertação se desenvolve em mais cinco capítulos.

No capítulo 2, Astrobiologia, discorro sobre a interdisciplinaridade que o tema proporciona ao se relacionar com matérias de ciências, particularmente, física, química, biologia e matemática. Os pressupostos do construtivismo piagetiano e da abordagem sociointeracionista de Vygotsky, bem como dos eixos estruturantes da alfabetização científica (SASSERON, L. H., 2013) e os momentos pedagógicos (DELIZOICOV E ANGOTTI, 1991) são detalhados por serem fundamentais para a análise e elaboração da intervenção. Também faço um recorte do tema da astrobiologia enfatizando os aspectos citados em sala de aula.

No capítulo 3, a fundamentação teórica dessa pesquisa é apresentada, a sequência didática, todo o seu desenvolvimento e construtos teóricos e justificativas no sentido de alicerçar o presente trabalho bem como expor o seu produto, que seria um plano de aula e o caderno do aluno e de apoio ao professor. Essa ferramenta cultural permite ao docente não só a aplicação de uma atividade conceitual em sala de aula, mas também permite que haja uma reelaboração da prática docente no

decorrer da aplicação das atividades.

No capítulo 4, apresento o procedimento metodológico, uma tomada de dados da pesquisa envolvendo alunos de uma escola municipal de ensino fundamental “João Guimarães Rosa”, sito na cidade de São Paulo, capital, com turma da oitava série A composta de 25 alunos. O presente trabalho foi realizado durante cinco aulas cedidas pela professora de Ciências que também colaborou para a aplicação das atividades.

No capítulo 5, faz-se uma análise e discussão dos resultados obtidos no presente trabalho, permeadas pelas categorias dos indicadores de alfabetização científica, a evolução desses indicadores com relação à aprendizagem dos alunos bem como a evolução temporal dos indicadores na aplicação das atividades.

No capítulo 6 faço a as considerações finais que o presente trabalho enseja e apresento a materialidade da aplicação da sequência didática, que seria um plano de aula e o caderno do aluno e de apoio ao professor. Também apresento uma publicação “Yur e suas aventuras no espaço”, um personagem que se apresenta em uma nave espacial e aterrissando na Terra faz uma interação com alguns dos seus habitantes levando-os a conhecer o Sistema Solar bem como ensinar uma discussão sobre ciência e solidariedade.

Nesse contexto, considerando o caráter coletivo das atividades, a análise de uma proposta de reorganização do ensino de Ciências por esse referencial possibilita compreender o significado construído sobre o STEAM no contexto escolar, bem como sua apropriação e as transformações dos sujeitos envolvidos no seu desenvolvimento.

2. ASTROBIOLOGIA

Dentro do componente curricular Astronomia para o ensino fundamental, a Astrobiologia é um tema transversal que abarca várias disciplinas, auxiliando a constituição de um ambiente interdisciplinar e vindo de encontro de questões fundamentais formuladas pela humanidade: Há vida em outras partes do universo? Qual o futuro da vida na Terra e além? O que é a vida? Essas são questões centrais da Astrobiologia, mas não são recentes, estando presentes durante toda a evolução da humanidade. Apesar de a Astrobiologia ser um campo emergente e em desenvolvimento, a questão da vida em outros lugares do Universo é uma hipótese verificável, sendo, portanto, passível de uma investigação científica, ou seja: há um problema a ser resolvido, e por extensão, um dos objetivos desse trabalho é que os alunos em posse de materiais e de parâmetros científicos possam elaborar hipóteses e trabalhar para resolver o problema de se haver vida fora da Terra. A Astrobiologia trata de três questões básicas: Como a vida começa e evolui; a vida existe em outras partes do Universo e qual o futuro da vida na Terra e além? (DES MARAIS et al., 2008) A vida extraterrestre foi um tema abordado durante a história da humanidade por seus principais pensadores. Está presente nas obras de Demócrito (460 a.C. - 370 a.C.), Epicuro (341 a.C. - 270 a.C.), Lucrécio (99 a.C. - 55 a.C.), Santo Agostinho (354-430), Alberto Magnus (c. 1206–1280) e pensadores posteriores (Santos et al. 2016). A questão da existência da vida em outras partes do Universo foi colocada em termos claros por Epicuro em sua *Carta a Heródoto*. Para este filósofo, o universo não apenas continha infinitos mundos, como também poderia haver mundos habitados. Além disso, podemos acreditar que “em todos os mundos existem animais, plantas e outras coisas que vemos, pois ninguém pode mostrar que as sementes das quais crescem os animais, plantas e as outras coisas que vemos podem ou não ter sido incluídas em um mundo e que em outro tipo de mundo isso seria impossível” (EPICURO, 1964, p 22). Esses tópicos foram considerados como temas religiosos e filosóficos durante séculos. No século XX, a nova disciplina surgiu com a finalidade de se estudar a vida no Universo utilizando o ferramental científico disponível atual, tomando como ponto de partida a vida terrestre. De acordo com Morrison (2001), o termo Astrobiologia aparece pela primeira vez em Lafleur (1941). Laurence J. Lafleur, do Brooklyn College, em Nova York, escreveu um artigo denominado *Astrobiology* no folheto nº

143 da Sociedade Astronômica do Pacífico. Nesse contexto do artigo, a palavra já vinha sendo utilizada em outra parte do mundo, particularmente pelo astrônomo soviético Gabriel Tikhov, que a consagrou nos seus livros *Astrobiotany* (1949) e *Astrobiology* (1953). Essa última publicação, segundo Pereira(1958), Tejfel (2009), Paulino-Lima & Lage (2010), e Rodrigues et al.(2012), teria sido a primeira obra com o termo “astrobiologia” em seu título.

Tikhov foi diretor do observatório de Alma Ata, atualmente instituto de Astrofísica Fessenkov, no Cazaquistão, e admitia a existência de vida vegetal em Marte e em Vênus. Procurou desenvolver filtros que, adaptados a telescópios, permitissem detectar assinaturas de cobertura vegetal nesses planetas. A Guerra Fria EUA X URSS (1945 – 1991) também contribuiu para a formação de projetos nessa área bem como da exploração do espaço, com lançamentos de naves à Lua e sondas a Vênus e Marte. A NASA inaugurou seu primeiro projeto de Astrobiologia em 1959 e estabeleceu um programa em Astrobiologia em 1960. Em 1971, financiou um projeto, liderado por Frank Drake e Bernard M. Oliver da Hewlett-Packard, de busca por inteligência extraterrestre (Search for Extra Terrestrial intelligence- SETI) para procurar, no espaço, evidências de comunicação extraterrestre provindas de uma outra civilização de um planeta longínquo. No século XXI, a Astrobiologia é uma motivação central de várias missões espaciais da NASA e da Agência Espacial Europeia. Assim, a disciplina de astrobiologia abrange a pesquisa de planetas potencialmente habitados além do nosso sistema solar, investigações de campo da origem e evolução da vida bem como a adaptação da vida para se adaptar a desafios futuros na Terra e no espaço. Nesse recorte, a astrobiologia mobiliza diversas disciplinas, como a química, a astronomia, a biologia, a física, a geologia, a paleontologia, considerando que para a sua compreensão há a necessidade de uma interdisciplinaridade na sua ação, sendo que no seu escopo teórico utiliza-se de uma multidisciplinaridade em sua dimensão epistemológica, de tal modo que sua multidisciplinaridade se refere ao “objeto” da astrobiologia, enquanto que a sua interdisciplinaridade está relacionada com o modo como a pesquisa em astrobiologia é conduzida (DES MARAIS et al., 2008). Há a necessidade de uma estreita coordenação de vários programas científicos, a fim de alcançar uma interdisciplinaridade real. Parece que este objetivo foi atendido, como sugerido pela recente história da pesquisa astrobiologia (Braselton & Sullivan, 2009). De tal forma

que a astrobiologia pode ser caracterizada não somente como interdisciplinar, mas transdisciplinar, sendo que a sua distinção pode ser aferida no seminário de interdisciplinaridades: problemas de Ensino e pesquisa na universidade, realizada em Nice em 1970 pela Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Duas contribuições ao seminário, uma do físico austríaco e filósofo Erich Jantsch (1970) e outra do psicólogo suíço Jean Piaget (1972), apresentaram um modelo hierárquico, no qual a multidisciplinaridade – a mera soma das contribuições de disciplinas individuais - é a abordagem mais básica da pesquisa. Currículos e interdisciplinaridade está um nível acima, coordenando e integrando as várias disciplinas. A transdisciplinaridade está no topo da estrutura, transcendendo as fronteiras das ciências e proporcionando um nível mais elevado de compreensão do processo

Dado que a astrobiologia é o estudo da vida no universo ela, por princípios, dois objetos, o Universo e a Vida amplos os suficientes para definir um espaço transdisciplinar dentro do qual ela opera. Assim, a astrobiologia já promove de um modo natural a integração de campos do conhecimento, como a Física, a Química, a Biologia, a Astronomia, a Geologia, a História e a Filosofia. De um modo mais específico, ela melhora a base educacional em STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes, Matemática), favorecendo a navegação em um mundo cada vez mais imerso na ciência e tecnologia. Finalmente, constitui um auxílio para orientar atitudes éticas levando em consideração o conhecimento científico.

Em contraste com a pesquisa interdisciplinar, que envolve seu objeto perante vários pontos de vista, a abordagem transdisciplinar permite a expansão de seu objeto em um espaço envolvente, de tal maneira que há um objeto interdisciplinar e um espaço transdisciplinar. A transdisciplinaridade integra e inclui diversos métodos na resolução científica de problemas (JAEGER & SCHERING, 1986). O espaço transdisciplinar acrescenta uma terceira dimensão ao domínio, onde a multidisciplinaridade e a interdisciplinaridade operam. A astrobiologia tem sua vertente transdisciplinar atendida pelo fato de incluir a dimensão biológica aos estudos astronômicos. A pergunta “o que é vida?” permite que áreas aparentemente não contíguas à astrobiologia penetrem em seu espaço transdisciplinar. Tal é o caso, por exemplo, da psicologia, quando se investiga a subjetividade no reconhecimento da vida alienígena (FRIAÇA, 2010). Além disso, a pesquisa em astrobiologia é

consistente com a definição da ciência como atividade fundamentalmente de resolução de problemas (LAUDAN, 1977). Fundamentalmente, dá-se seu impulso com as descobertas de exoplanetas (detecção e caracterização de planetas além do sistema solar) e pelos avanços da microbiologia, particularmente no entendimento de seres que vivem em condições extremas, extremófilos, desencadeando, assim, um fator de propulsão para a astrobiologia. Outro fator que elevou seu desenvolvimento foi ter encontrado, em 1996, no meteorito Martial ALH84001, fóssil marciano, traços do elemento químico fósforo (MCKAY, ET AL., 1996); e recentemente ter detectado água salgada em declives da superfície de Marte (OJHA ET AL., 2015), houve um renascimento da astrobiologia como uma verdadeira investigação científica de campo. Um foco da Astrobiologia moderna é a busca por vida em Marte pela sua proximidade espacial e por sua história geológica. Existe uma grande quantidade de evidências em sua superfície, que sugere que Marte antigamente possuía um grande volume de água sendo que a água é um biossolvente importante para a família do carbono.

Em 1998, a NASA criou seu Instituto de Astrobiologia, reunindo universidades norte americanas e centros de pesquisa para promover a investigação e educação em temas que abrangem da origem e evolução da vida na Terra à possibilidade de exploração de formas vivas extraterrestres (MORRINSON, 2001; DES MARAIS et al., 2008). Atualmente existem centros de pesquisa semelhante em todo o mundo. As áreas científicas que compõe a Astrobiologia são bastante diversificadas e compreendem basicamente: Astronomia com suas derivações, tais como Astrofísica, Astronáutica, Radioastronomia, Cosmologia, Biologia, também com suas derivações, tais como: Ecologia, Biofísica, Bioquímica, Bioinformática, Genética, Microbiologia Biogeografia dentre outras, a Geologia e suas derivações: Mineralogia, Paleontologia, Glaciologia, Planetologia entre outras. Os principais assuntos abordados pela Astrobiologia são (STANLEY, 2003):

- Nascimento e morte de estrelas e reciclagem dos elementos;
- Formação de Sistemas planetários;
- Origem e evolução da vida;
- Busca por Bio assinaturas extraterrestres;
- Planetas e satélites habitáveis dentro e fora do Sistema Solar;

- Geosfera, hidrosfera e atmosfera da terra primitiva;
- Biosfera da terra primitiva;
- Extinções em massa e diversidade da vida;
- Evidências fósseis e geoquímicas de vida primitiva;
- Vida em ambientes extremos;
- Proteção planetária;

Dessa forma, o escopo de disciplinas que estruturam a Astrobiologia dela faz uma matriz interdisciplinar. A partir do final do século XX, três grandes desenvolvimentos científicos contribuíram para a consolidação da astrobiologia (FRIAÇA, 2017a): 1) o reconhecimento dos extremófilos, com a consequente ampliação dos ambientes onde a vida é possível; 2) a descoberta dos exoplanetas, comprovando que planetas são comuns em torno de outras estrelas; e 3) os avanços da astroquímica, que revelaram que são comuns no universo tanto a água como compostos orgânicos entre os quais estão possíveis blocos pré-biótico.

2.1. EXTREMÓFILOS

Estamos acostumados a ver seres vivos em ambientes como rios, florestas ou até mesmo no quintal de nossa casa. Porém, existem espécies que vivem em condições ambientais extremas, ou seja, suportam situações que a maioria dos organismos não suportaria. Essa adaptação incrível se deu tanto pela evolução quanto pela capacidade de utilizar muitos aspectos desses ambientes a seu favor. A biosfera é o espaço ou área da Terra que mantém a vida. Esta se estende desde as profundezas marinhas até a alta atmosfera. A noção do que é vida e dos meios em que ela pode se desenvolver e se manter tem se expandindo grandemente nas últimas décadas. Verificou-se que ambientes que antes eram imaginados como letais para a vida podem abrigar formas de vida, os chamados extremófilos (ROTHSCHILD e MANCINELLI, 2001). No termo “extremófilo”, o sufixo “filo” se refere à afinidade, e o prefixo “extremo”, a condições extremas. Assim, são criaturas que prosperam em

condições extremas. Estes organismos são muito peculiares, tanto na sua forma quanto no seu poder de adaptação e sobrevivência. A origem desses seres vivos se confunde, em parte, com a origem da própria Terra. Uma das hipóteses mais defendidas é de que a vida na Terra tenha surgido ao redor de fontes hidrotermais nos assoalhos oceânicos. Os extremófilos existem de diversas formas, podendo ser procariontes (seres feitos de células simples) ou eucariontes (seres com células complexas), além de serem unicelulares (contém apenas uma célula) ou pluricelulares (contém várias células). Um organismo que prospera em um ambiente extremo é um extremófilo em mais de um extremo é um poliextremófilo. Exemplos deste último incluem *Sulfolobus acidocaldarius*, uma arqueia que floresce a pH 3 e 80°C. “Extremos” incluem extremos físicos (temperatura, radiação ou pressão) e exemplos geoquímicos (dessecação, salinidade, pH, espécies de oxigênio ou potencial redox). Atualmente, sabe-se que os líquens, mesmo embora relativamente complexos, podem ser caracterizados como extremófilos, e eles seriam capazes de suportar o ambiente inóspito marciano que seria letal para a maior parte das espécies da Terra. Contudo, a maior parte dos extremófilos são micróbios, tanto do domínio Bactéria como do Archaea. Talvez os representantes mais bem conhecidos dos extremófilos sejam a bactéria *Deinococcus Radiodurans*, a atual “medalhista de ouro da resistência à radiação”, e a hipertermófila *Pyrolobus Fumarii* (do domínio Archaea), capaz de crescer a temperaturas de até 113 °C. (ROTHSCHILD e MANCINELLI, 2001). O estudo e a procura dos extremófilos estão ampliando a visão do que é a vida. A sobrevivência desses micróbios em ambiente espacial e a modelagem do potencial de transferência de vida entre corpos celestes, sugere que a vida poderia ser mais comum do que se pensava. (ROTHSCHILD e MANCINELLI, 2001) Se fosse possível olhar o passado do nosso planeta, veríamos que as condições físico-químicas da superfície eram bem diferentes das que vemos hoje. Seriam de tal modo inóspito, na definição que damos atualmente, que somente seres extremófilos seriam capazes de resistir e prosperar. Surge então a questão: se o ambiente inicial terrestre não era tão favorável para a vida que conhecemos, será que foram seres como os extremófilos que deram condições para o “afloramento” dos seres conhecidos é exclusividade da Terra? Será que nenhum astro que possa ter ou tinha condições parecidas com a Terra primitiva possuía seres extremófilos? Ou mais, será que a vida é originária de outros lugares remotos e acabou chegando à Terra? Pode - se falar mesmo uma “Zona Extremófila”, que seria uma extensão da Zona Habitável.

Tabela 1 classificação e exemplos de extremófilos

Parâmetro ambiental	Nomenclatura	Definição	Exemplos
Temperatura	Hipertermófil	Crescimento >80 °C	<i>Pyrolobus Fumarii</i> 113
	o Termófilo	Crescimento 60-80°C	<i>Synechococcus</i>
	Mesófilo	15-60 °C	<i>Homo sapiens</i>
	Psicotérmico	<15 °C	<i>Psychrobacter</i> , alguns insetos
Radiação			<i>Deinococcus</i> <i>Radiodurans</i>
Pressão	Piezófilos	P > 1 MPa	<i>Halomonas salaria</i> <i>Colwellia Piezophia</i>
Vácuo		Tolera o vácuo	<i>Tardigrades</i> , <i>Insetos</i> , <i>Líquens</i> , <i>Micróbios</i> , <i>Sementes</i>
Dessecação	Xerófilos	Anidrobiótico	<i>Artemia salina</i> ; <i>Nemátodos</i> , <i>micróbios</i> , <i>fungos</i> , <i>líquenes</i>
Salinidade	Halófilo	Altas concentrações salinas	<i>Halobacteriaceae</i> , <i>Dunaliella salina</i>
pH	Alcalinófilo	pH >9	<i>Natronobacterium</i> , <i>bacillus fimus</i> <i>OF4</i> , <i>Spirulina spp.</i> (<i>Todo pH 10.5</i>)
	Acidófilo	Baixo valor de pH	<i>Cyanidium Caldarium</i> , <i>Ferroplasma sp.</i> (PH 0) <i>Cyidium caldarium</i> , <i>Ferroplasma sp.</i> (<i>Ambos com pH 0</i>)
Gases		Pode tolerar altas concentrações de metal (metalotolerante)	<i>C. Caldarium</i> <i>bacillus</i> (<i>co₂ puro</i>) <i>Ferroplasma acidarmanus</i> (<i>Cu, As, Cd, Zn</i>); <i>Rastoria sp.CH34</i> (<i>Zn, Co, Cd, Hg, Pb</i>)
Metais		Concentrações de metal (metalotolerante)	(<i>Cu, AS, Cd, Zn</i>); <i>Ralstonia sp. Ch34</i> (<i>Zn, Co, Cd, Hg, Pb</i>)

Fonte: Rothschild e Mancinelli (2001)

Os ambientes amenos, que abrigam boa parte da quantidade de vida da Terra, são os que têm temperatura de até 40 graus, valores de pH próximos da neutralidade, salinidade desde a da água doce até aquela dos oceanos, pressão atmosférica e radiação semelhante à superfície terrestre em condições normais. A zona habitável de um sistema planetário está localizada em uma região particular do meio interestelar, onde há estrelas propícias a oferecer condições otimizadas de habitabilidade. Lineweaver et al. (2004) modelaram a evolução da galáxia baseados na taxa de formação estelar, na metalicidade, no tempo de evolução e em locais onde há probabilidade de grandes surtos de Supernovas. Todos esses parâmetros definem

restrições à existência de sistemas planetários aptos a sustentar vida. Fora isso, apenas organismos com adaptação muito eficiente conseguiram sobreviver em ambientes fora de tais características. Dento desse contexto, há representantes de micro-organismos para cada valor extremo de condição ambiental em que o micro-organismo se desenvolve. Tomando como exemplo, um organismo que expressa bem essa condição é o Tardígrado (*Hypsibius dujardini*), também chamado de urso d'água ou leitão do musgo. Essas criaturas são, na verdade, invertebrados do filo Tardigrada, possuindo oito patas, cada pata possuindo de quatro a oito pequenas garras e seu corpo variando de 0,05 a 1,25 mm. Vivem entre os musgos e líquens, podendo ser fortemente pigmentados, indo do laranja avermelhado ao verde oliva. Os tardígrados, muitas vezes chamado de ursos de água ou leitão do musgo, são animais quase microscópicos com corpos longos e gordos e cabeças amaçadas. Eles têm oito pernas, e mãos com quatro a oito garras em cada uma das pernas. Embora estranhamente bonito, estes animais minúsculos são quase indestrutíveis e podem até mesmo sobreviver ao espaço exterior.

Tardigrada é um filo, uma categoria científica (ou unidade taxonômica) na classificação científica de seres vivos já mais ao topo (Os seres humanos pertencem ao filo Chordata – animais com medula espinhal). Existem mais de 1.000 espécies conhecidas dentro do filo Tardigrada, de acordo com o Sistema Integrado de Informação Taxonômica (Integrated Taxonomic Information System – ITIS2).

O filo foi descoberto por um pastor chamado Johann August Ephraim Goeze, em 1773. Mas foi só três anos depois, na Itália, que as habilidades especiais dos tardígrados foram reconhecidas. Ao adicionar água aos sedimentos restantes da calha após uma chuva e observar a mistura em um microscópio, o clérigo e cientista Lazzaro Spallanzani encontrou centenas de criaturas com formato de ursos nadando. Ele as chamou de "il tardigrado", que significa "que se move devagar", por causa da lentidão de seu movimento. Até o momento foram descobertas cerca de 1000 espécies de tardígrados.

Esses animais possuem uma anatomia complexa, são recobertos de quitina e não existe sistema circulatório e nem aparelho respiratório, as trocas gasosas são realizadas de forma aleatória em qualquer parte do corpo. A grande maioria se alimenta sugando o conteúdo celular de bactérias ou de algas. São encontrados em

todo o planeta, desde o fundo oceânico ao alto do Himalaia. Das mais de 600 espécies conhecidas, cerca de 300 foram descritas no Ártico e na Antártica; também foram catalogadas 115 espécies na Groenlândia.



Figura 2 – Tardígrado (*Hypsibius dujardini*). Fonte: <https://br.pinterest.com/aberrantceramic/tardigrade-art/?lp=true>

Em setembro de 2007, a Agência Espacial Europeia realizou uma pesquisa utilizando os tardígrados, colocando-os em uma cápsula espacial, a Foton-M3, e os enviou ao espaço. Resultado? Os animais não só sobreviveram aos raios cósmicos, radiação ultravioleta e falta de oxigênio, mas ainda foram capazes de se reproduzir num ambiente tão inóspito.

Para se ter uma noção, no espaço, os raios ultravioletas são cerca de mil vezes mais intensos do que os encontrados na Terra. Ainda é um mistério sem explicação ou teoria o motivo pelo qual estes animais conseguiram sobreviver por tanto tempo sem oxigênio e sendo bombardeados com altas doses de radiação cósmica.

Longevidade é uma das grandes características. Podem viver até os 120 anos, um recorde para um animal com um tamanho tão pequeno. Como se não bastasse possuírem esse fantástico poder reparador, os tardígrados simplesmente “desligam” seu metabolismo quando existem condições adversas, como seca extrema. Possuem também a inacreditável capacidade de reparar o seu DNA de danos causados por

radiação.



Figura 3 – Tardígrado em fase desligamento (*Hypsibius dujardini*). Fonte: Bob Goldstein e Vicky Madden, UNC Chapel Hill.

<i>Deinococcus radiodurans</i>	
A tetrad of <i>D. radiodurans</i>	
Scientific classification	
Domain:	Bacteria
Phylum:	Deinococcus-Thermus
Order:	Deinococcales
Genus:	Deinococcus
Species:	<i>D. radiodurans</i>
Binomial name	
<i>Deinococcus radiodurans</i> Brooks & Murray, 1981	

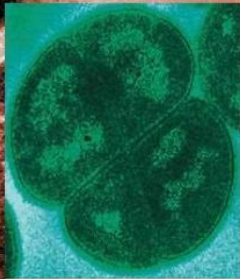


Figura 4 - *Deinococcus Radiodurans*. Fonte: Fonte: Bob Goldstein e Vicky Madden, UNC Chapel Hill.

A *Deinococcus Radiodurans* é considerada o extremófilo arquetípico. Essa bactéria que consegue sobreviver muito bem à radiação ultravioleta do espaço, em ambientes extremamente frios e oxidativos, assim como severamente ionizados e a vácuo. Pode suportar uma pressão de 75 mil atmosferas, o que equivale a dezenas de vezes a pressão enfrentada pelos animais dos locais mais profundos do oceano, nas zonas abissais. Suportam também imersões durante alguns minutos em temperaturas de 200° C (duas vezes mais quente que a temperatura da água em

ponto de fervura). Solventes como o álcool etílico a 96% ou éter não os afetam. Os extremófilos possuem grande valor comercial, incluindo o seu potencial econômico. Logicamente, a hipótese de panspermia via extremófilos necessita de outras experiências e teorias para ser ratificada. Entretanto, como será demonstrado posteriormente, planetas e satélites, localizados dentro de certas distâncias orbitais em torno de sua estrela hospedeira (zona extremófila), podem abrigar o material biológico necessário à possível disseminação da vida através do espaço (BERNARDES, L, 2013)

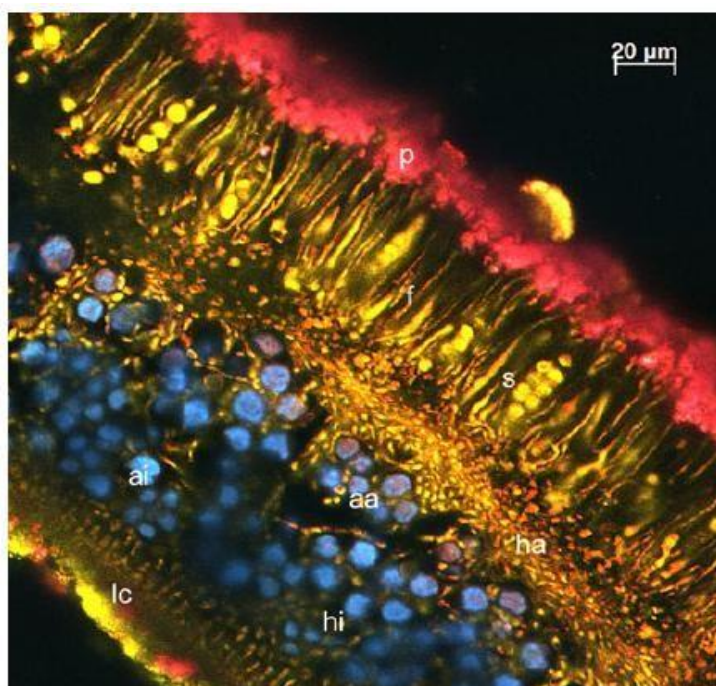


Figura 5 - *Xanthoria elegans*. Fonte: Instituto de Botânica, Heinrich-Heine-University, Universitätsstr. 1, 40225 Düsseldorf, Alemanha

Mesmo organismos relativamente complexos, como os líquens, podem sobreviver e mesmo prosperar em condições extremamente inóspitas, como no espaço exterior e no planeta Marte. É o caso do líquen *Xanthoria elegans* (Figura 5), que pode sobreviver em ambientes simulando a atmosfera marciana e os níveis de radiação UV na superfície de Marte (DE VERA et al., 2010). Isso não só abre a possibilidade de que vida nativa marciana relativamente complexa esteja presente em microambientes mais protegidos assim como assinala a necessidade de protocolos de proteção planetária para evitar que a ação humana contamine inadvertidamente

Marte com formas de vida terrestres.

2.2 - HABITABILIDADE

No contexto da astrobiologia, a zona habitável representa, junto com os exoplanetas e os extremófilos, um eixo estruturante de manutenção das condições de viabilidade da existência de vida. A zona habitável, algumas vezes chamada da zona dos “Cachinhos Dourados”, foi localizada inicialmente no Sistema Solar (RAMPINO & CALDEIRA, 1994) e depois estendida a outros sistemas planetários (Figura 6). Ela é definida como a coroa esférica em torno da estrela central de um sistema planetário, onde as condições físicas permitem a existência de água líquida. Planetas e satélites nessas regiões são, pois, em princípio, habitáveis em termos do tipo de vida que ocorre no planeta. Essa afirmativa se baseia no fato de que a existência de água favorece as condições de vida, principalmente, tomando como referência o nosso planeta Terra. A figura abaixo mostra a evolução da habitabilidade em função da distância da estrela (sol) em função do tempo, indicando que as zonas propícias à habitabilidade estão compreendidas até 1,5 AU, distância astronômica correspondente à distância terra – Sol, e compreendida em uma dimensão de tempo de até 10 GA(bilhões de anos)

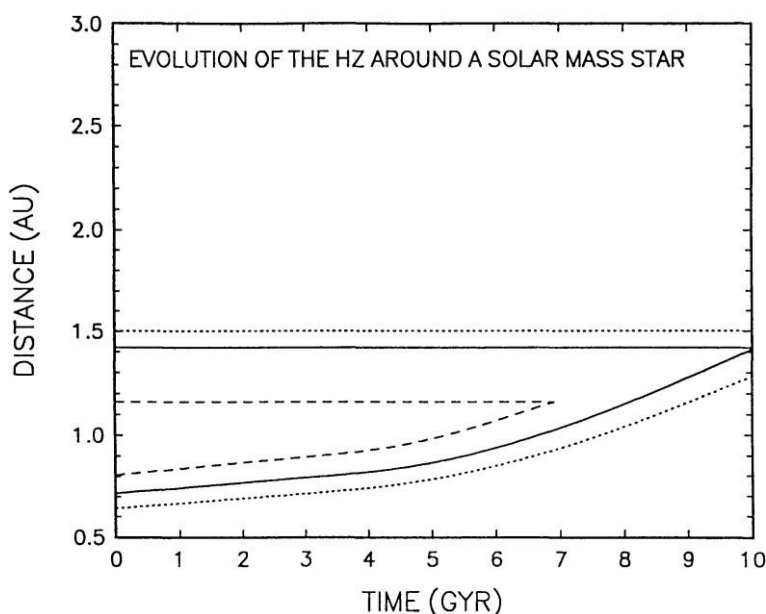


Figura 6. Evolução da Zona de Habitabilidade do Sol. Fonte: RAMPINO E CALDERA (1994).

Os recentes avanços na microbiologia, em que foram descobertos os seres que vivem em condições extremas, ampliou o conceito de Zona de Habitabilidade, ZH, estendendo-o à Zona Extremófila, ZE (JANOT-PACHECO et al., 2009). A posição da ZH ou da ZE depende, além de outras variáveis, da temperatura do planeta, do raio da órbita planetária e do tipo espectral da estrela e da sua própria evolução no tempo (KASTING et al., 1993). A ZH do sistema solar está localizada a 1UA do Sol. Em estrelas com 0,25 e duas vezes a luminosidade solar, a ZH.

Além da disponibilidade de água como biossolvente, a vida exige também elementos biogênicos para constituir os corpos dos seres vivos. O elemento biogênico fundamental da biologia terrestre é o carbono e, dadas as suas propriedades de gerar compostos complexos e sua alta abundância (é o elemento quimicamente ativo com a terceira maior abundância cósmica), provavelmente é o elemento biogênico fundamental de biologias extraterrestres. Assim, temos que considerar a disponibilidade desse elemento em um dado planeta. A principal fonte na Terra é o CO² atmosférico. Como essa molécula é encontrada também nas atmosferas de outros planetas, o CO² atmosférico também deve ser o reservatório de carbono em outros mundos. Na Terra, a quantidade de CO² atmosférico é mantido relativamente

constante pelo ciclo do silicato-carbono (figura 7).

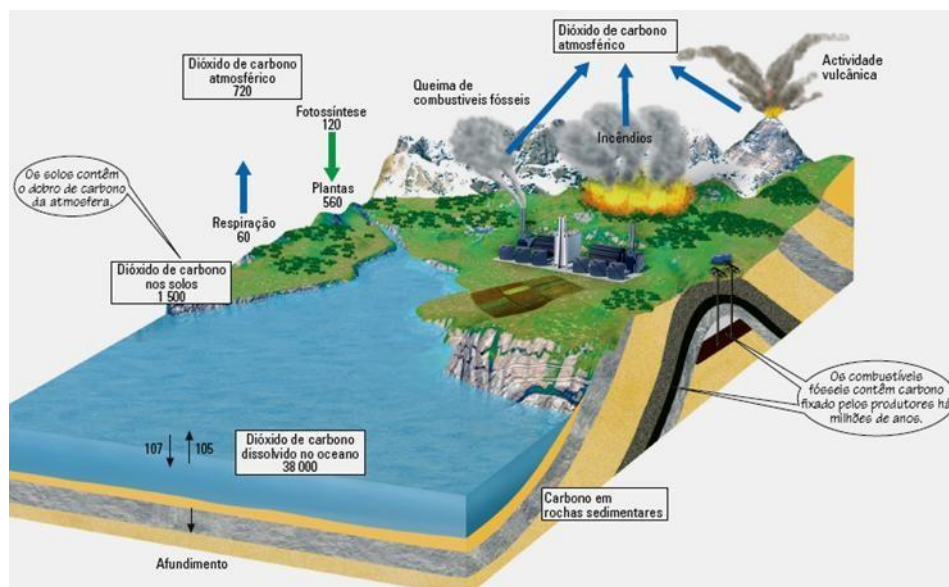
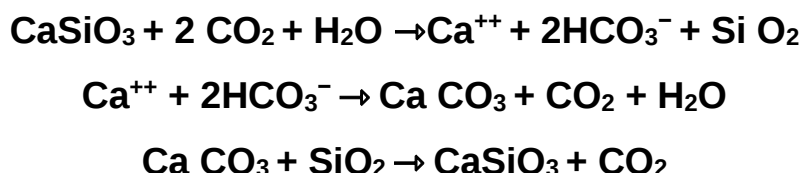


Figura 7. Ciclo do silicato-carbono. Fonte: Franck et al. (2001).



As equações acima representam as principais etapas do ciclo do silicato-carbono. Todas essas condições, de extremófilos e de habitabilidade, se desenvolvem no nosso planeta Terra, e os astrobiólogos fazem a extrapolação aos planetas que orbitam outras estrelas recentemente descobertas, exoplanetas.

Um tópico central relacionado com o conceito de habitabilidade é Zona Habitável. A zona habitável (Habitable Zone - HZ) é definida como a região ao redor de uma estrela em que é possível que haja água líquida na superfície do corpo celeste e que não seja quente demais para que essa água evapore ou fria demais para que a água congele. A zona habitável delimita os planetas que poderiam ser habitáveis, já que define condições físicas da superfície planeta que permite um ambiente propício para a vida. Entretanto, isso não significa que apenas os planetas presentes na HZ podem ter vida, já que pode haver ambientes fora da HZ em que a vida pode ser possível, como é o caso de ambientes abaixo da superfície, onde organismos como

os quimiolitotróficos⁸ podem sobreviver (KALTENEGER et al., 2008). Esses seres são organismos que não precisam da energia estelar para conseguir sobreviver, eles utilizam compostos químicos inorgânicos como fonte de energia. Por meio de modelos computacionais, Kasting et al. (1993) propôs uma relação massa da estrela/distância (figura 1). Nesse modelo Kasting delimitou a Zona habitável, descrita pela linha contínua. As linhas tracejadas indicam a região ao redor da estrela onde planetas terrestres são formados. A linha pontilhada indica a distância em que planetas com uma órbita circular apresentam a sua rotação síncrona como resultado do amortecimento proporcionado pela força da maré. 15 9 Cf. Seção 4.2. Deste trabalho

10 Msun - Massas do Sol

Figura 1 - Figura relacionando a massa da estrela com a sua distância à estrela. Fonte: Kasting et al. I de um sistema planetário está localizada em uma região particular do meio interestelar, onde há estrelas propícias a oferecer condições otimizadas de habitabilidade. Lineweaver et al. (2004) modelaram a evolução da galáxia baseados na taxa de formação estelar, na metalicidade, no tempo de evolução e em locais onde há probabilidade de grandes surtos de Supernovas. Todos esses parâmetros definem restrições à existência de sistemas planetários aptos a sustentar vida. A figura abaixo, mostra o estudo dessas localidades e nota-se claramente que apenas uma região particular é favorável a sustentar processos que podem levar ao surgimento da vida como observa-se na Terra (região verde). Em astronomia, Zona Habitável (ZH) é a coroa esférica em torno da estrela central de um sistema planetário, onde as condições físicas permitem a existência de água líquida. Planetas e seus satélites nessas regiões são pois, em princípio, habitáveis, em termos do tipo de vida corrente no planeta Terra. Essa afirmativa se baseia no fato de que existe vida na Terra, em todos os lugares onde existe água líquida, não importando as condições físicas prevaletentes. A descoberta da vida extremófila mostrou que, na procura de seres vivos extraterrestres, é necessário ampliar o conceito de ZH, estendendo-o a outro mais amplo, o de Zona Extremófila (ZE). A posição e extensão da ZH ou ZE depende da temperatura na superfície do planeta ou satélite, ou seja, depende entre outros fatores, do raio da órbita planetária e do tipo espectral da estrela. Sua posição varia também no tempo, na medida em que a estrela evolui (KASTING et al., 1993). A ZH do Sistema Solar está centrada atualmente acerca de uma UA do Sol. Por exemplo, para estrelas com 0, 25 e duas vezes a luminosidade solar, a ZH estará próxima de 0, 5 UA e 1, 4 UA das estrelas centrais respectivamente. Será apresentado o planeta que foi descoberto em torno da estrela Gliese 581 (Gliese 581d), que é uma anã vermelha. Apesar de seu período orbital ser aproximadamente de 63 dias, ele encontra-se na ZH, sendo o exemplo de exoplanetas mais favorável à existência potencial de vida em sua superfície descoberto até poucos anos, já que o planeta GJ 667Cc, parece superar as expectativas de habitabilidade apresentadas pelo planeta G. A figura abaixo mostra a região de habitabilidade com a faixa azul em

que os planetas delineados encontram-se dentro de uma zona considerada de habitabilidade em que a parte interna da faixa azul corresponde a uma temperatura menor e a parte externa corresponde a uma temperatura mais quente. A principal referência na estimativa de zona habitável é o trabalho de KASTING et al. (1993). A zona habitável, ou zona habitável estelar (KASTING et al.,1993; KASTING,1997) é, algumas vezes chamada de “Zona dos Cachinhos Dourados” (RAMPINO & CALDEIRA,1994). Como na história dos Cachinhos Dourados, trata-se de encontrar as distâncias à estrela central do sistema planetário com a temperatura certa. Planetas muito perto do Sol, a água estaria encontrada na forma de vapor, da mesma forma que planetas muito distantes a água estaria na forma congelada. No Sistema Solar, Vênus situa-se internamente à Zona habitável, Marte está fora na região fria. A Terra está na zona habitável com a temperatura “certa” convivendo os três estados da água simultaneamente, sólido, líquido e gasoso. A zona habitável é definida como aquela zona em torno de uma estrela em que a água se encontra na forma líquida. A busca de seres vivos extraterrestres encontra-se em planetas ou exoplanetas em que a água se encontra em estado líquido. A água continua a reunir o melhor suporte biossolvente aos sistemas complexos de organização de vida. Os seres vivos ou organismos podem prosperar em quaisquer condições da Terra se a água estiver no estado líquido. Assim, a água é um biossolvente que fixa os limites da “zona habitável”, que é definida como o intervalo de distâncias orbitais dentro dos quais os planetas podem manter água líquida em suas superfícies. Os raios da borda interna e externa da zona habitável dependem de características do planeta, como o seu albedo (fração de luz recebida pela estrela e que é refletida pelo planeta) e o efeito estufa de sua atmosfera, como também do tipo de estrela, ou seja sua massa, a qual determina, na sequência principal, sua luminosidade. Estrelas mais massivas, e portanto mais luminosas apresentam uma zona habitável mais afastada da estrela, e as menos massivas, menos luminosas, mais próximas (Figura 4). Por exemplo, nas estrelas mais abundantes de massas por volta de 0,5 massa solar, a zona habitável encontra-se em torno de 0,2-0,3 UA, enquanto para massas por volta de 2 massas solares, situa-se em 2-3 UA. Planetas do tipo terrestre localizados no limite interno da zona habitável, Vênus, próximos à estrela hospedeira, Sol, podem passar por um processo de vaporização de seus reservatórios superficiais de água líquida. Esse processo aumenta o nível de vapor de água na atmosfera e produz um efeito estufa, seguido de um aumento da temperatura superficial médio do planeta.

Em temperaturas superficiais perto de 370 K (aproximadamente a 0,95 UA), o vapor de água já é um dos principais constituintes da atmosfera a altitudes elevadas, com exceção da camada mais alta, onde a água é dissociada em hidrogênio e oxigênio pela ação da radiação UV. Em distâncias orbitais pequenas, a quantidade de

vapor de água na atmosfera é relevante, e a energia emitida pelo planeta no espectro infravermelho atinge um limiar, caracterizado por uma temperatura superficial de 550 K, devido à alta opacidade da atmosfera composta predominantemente por água. A evolução do planeta está destinada a sofrer um brusco processo físico capaz de evaporar todos os oceanos superficiais ao atingi o limiar de temperatura de 550 K, porque qualquer aumento por menor que seja da luminosidade solar ou deslocamento orbital, pode elevar a temperatura superficial do planeta a valores em torno de 1000 K. No caso de Vênus, (SAGAN, 1960) embora o planeta possua silicatos há o impedimento da incorporação do CO_2 aos mesmos no sentido da formação do completa do ciclo do silicato. Esse fenômeno se dá pela ausência total de água líquida a 600 K. A essa temperatura os átomos de hidrogênio escapam para a exosfera e os átomos de oxigênio são utilizados em reações de oxirredução em elementos da atmosfera do planeta. Logo, nenhum microrganismo terrestre pode sobreviver mais do que alguns minutos a essa exposição de 600 K. As proteínas são desnaturadas, as moléculas orgânicas despolimerizadas assim como o DNA. Nessas elevadas temperaturas, e na ausência de água líquida parece extremamente improvável que existam organismos vivos na superfície. À luz da evidência presente, Vênus é provavelmente um planeta sem vida.

No limite externo da Zona habitável, no qual o planeta Marte está localizado, as condições de habitabilidade são muito desfavoráveis. Em Marte, o ciclo silicato-carbono, não é operante, pois o fluxo de energia interna é muito fraco e incapaz de manter atividade vulcânica, além do planeta não possuir gravidade e campo magnético suficientemente intensos para manter uma atmosfera densa por longos períodos.

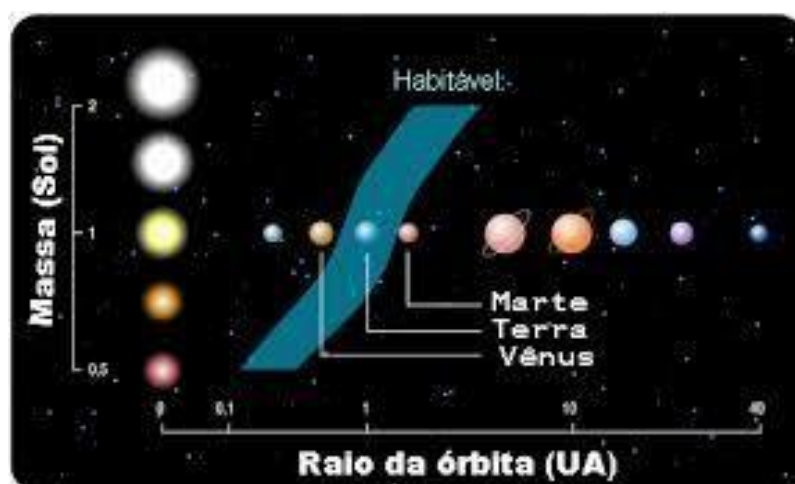


Figura 8 – Zona Habitável Estelar destacando o Sol e o Sistema Solar.

A definição usada de zona habitável é que permita que a água esteja em forma

líquida, para permitir o movimento das partículas e a eventual formação de moléculas orgânicas complexas, e fontes de energia para manter metabolismo. O espectro do planeta HD 189733 b, observado com o Telescópio Espacial Hubble e com o satélite Spitzer no início de 2007 mostra vapor de água, mas o planeta tem uma temperatura média de 1000K, fora da zona habitável.

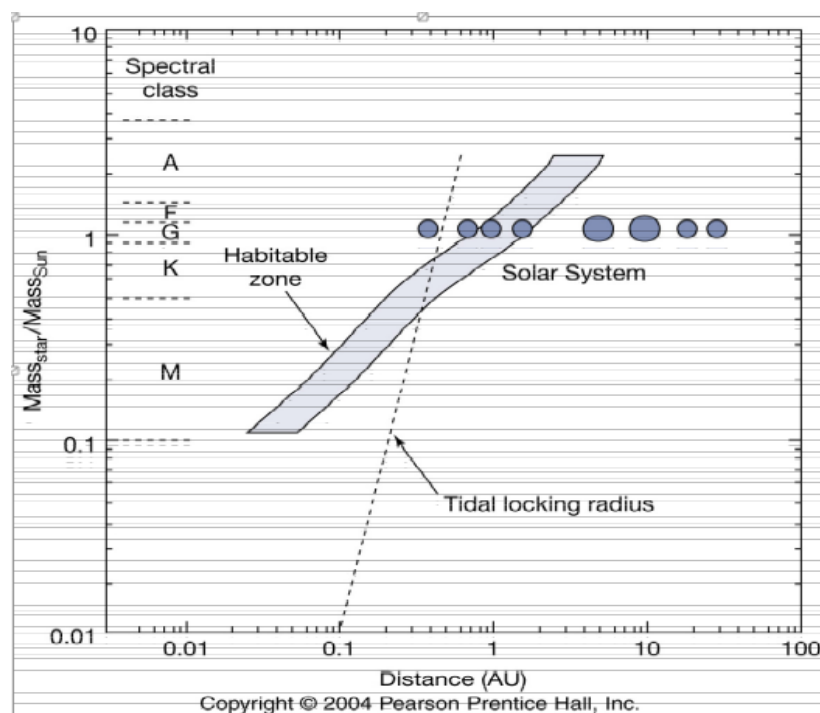


Figura 9 - Zona habitável para estrelas da sequência principal de diversas massas. Fonte: Figura de Kaltenegger & Selsis (2007) e Lammer et al. (2009).

A zona clássica habitável (esquerda) e a composição atmosférica principal (direita) de Uma atmosfera da Terra-análoga como uma função da distância da sua estrela hospedeira. O clássico habitável.

Atmosférico e seu efeito estufa para compensar o fluxo de radiação mais fraco distancia da estrela. A zona habitável seria aqui uma fina linha azul. À direita, a linha pontilhada representa a temperatura da superfície do planeta e as linhas tracejadas correspondem à interior borda da zona habitável. A zona cinza corresponde à incerteza relacionada aos efeitos de nuvens de gelo de CO₂ (ver texto). Figura de Kaltenegger e Selsis (2007) e Lammer et al. (2009) com dados de Kasting et al. (1993) e Forget e Pierrehumbert (1997).

2.3 EXOPLANETAS

A cada dia, mais e mais planetas fora do nosso sistema solar são descobertos, os exoplanetas, em geral com massas superiores à da Terra. O “Santo Graal” da busca de exoplanetas é encontrar mundos apresentando em algum grau observacional semelhanças à Terra, com uma composição rochosa e com a presença de água líquida. Dentre esses exoplanetas, quais poderiam ser habitáveis? Segundo Luander Bernardes (dissertação de mestrado IAG, pagina 49). Após séculos de especulações, a descoberta dos primeiros planetas fora do Sistema Solar em torno de um pulsar (Stevens et al., 1992) e de uma estrela da Sequência Principal (SP), (Mayor e Queloz 1995) abriu uma nova era de consequências múltiplas na Astronomia e ciências afins. Apesar das limitações experimentais (Udry e Santos, 2007), foram descobertos até julho de 2012, 776 planetas com $M < 20 M_{\text{Júpiter}}$ orbitando outras estrelas (vide catálogo de J. Schneider <http://exoplanet.eu/>) e esse número cresce regularmente. As características orbitais, as dimensões dos exoplanetas e a análise de suas estrelas centrais provocaram uma intensa revisão nas teorias de formação e migração planetária, estimulando o surgimento de novos temas de pesquisa, como por exemplo, a possível influência da composição química das estrelas na ocorrência de planetas em torno delas e a relação dessa composição com a do envelope Circunstelar primitivo (apud Santos et al., 2003; Fischer et al., 2004; Marcy et al., 2005). Essa última terá influência decisiva no eventual aparecimento de vida nos planetas do sistema. A figura abaixo mostra os principais métodos de detecção de exoplanetas e as respectivas quantidades de exoplanetas descobertos pelos métodos enumerados abaixo, sendo o método mais preponderante na observação: o imageamento ótico, através de fotometria das estrelas devido à velocidade radial.

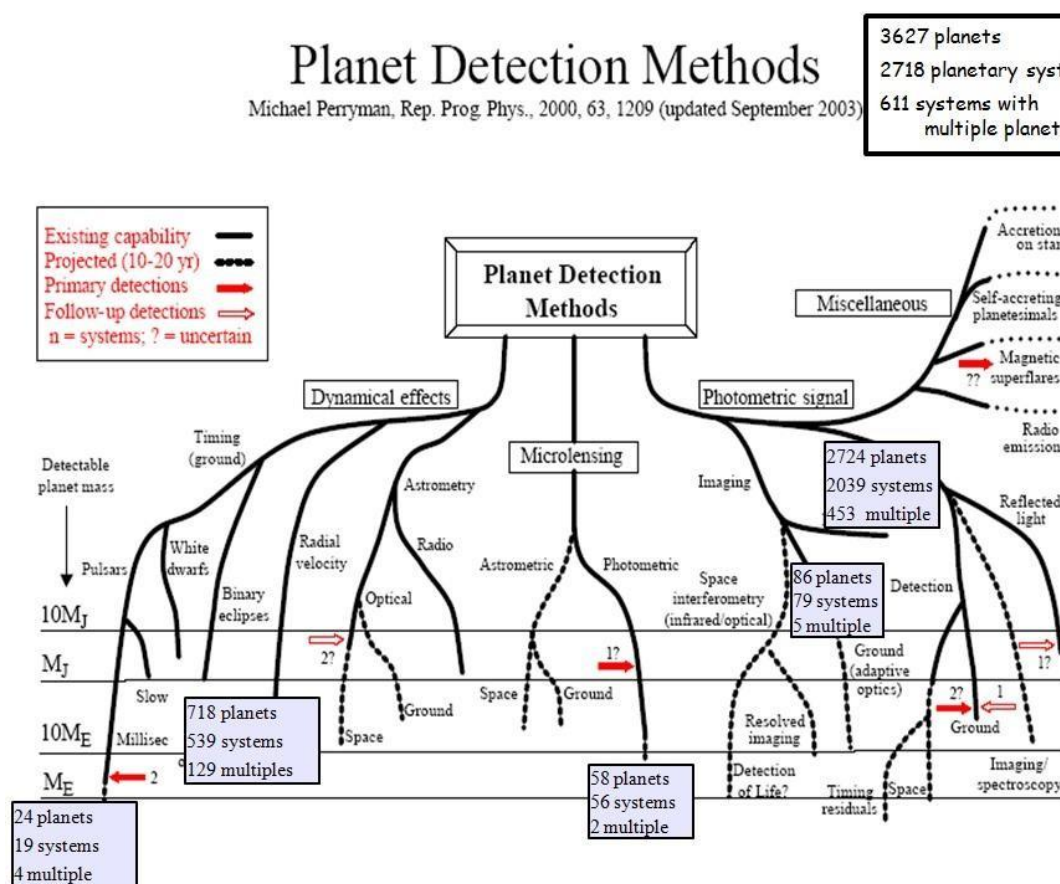


Figura 10. Métodos de detecção de exoplanetas. As detecções são de *The Extra solar Planets Encyclopaedia* (EXOPLANET.EU, 2017), atualizadas em 6 de julho de 2017, superpostas na Figura 1 de Perryman (2003). Estão exibidos o número de planetas, de sistemas planetários e sistemas planetários múltiplos, tanto para o total de detecções como para os cinco principais métodos de detecção (da esquerda para a direita: pulsares, velocidade radial, microlentes gravitacionais, imageamento e trânsitos).

2.3.1 MÉTODOS DE DETECÇÃO DE EXOPLANETAS

O método mais óbvio de detectar um planeta seria pelo *Imageamento Direto*. Porém observar diretamente um exoplanetas, ou seja, detectar fótons provenientes

diretamente de um determinado planeta fora do Sistema Solar é uma tarefa muito difícil. Esta dificuldade é devido à relação de brilho entre a estrela central do sistema e seus possíveis planetas. Se o Sistema Solar fosse observado de uma distância de dez parsecs, o Sol seria aproximadamente um bilhão de vezes mais brilhante que um Júpiter em sua proximidade para comprimentos de onda correspondentes à faixa da região visível do espectro eletromagnético. Porém, há um meio de aumentar o contraste do brilho do planeta em relação àquele da estrela central do sistema. Se esta observação fosse feita na região infravermelha do espectro, o Sol se apresentaria um milhão de vezes mais brilhante um Júpiter (MARAIS et al., 2002).

Mas foi pelo método das *Velocidades Radiais* que foi descoberto o primeiro planeta em torno de uma estrela da sequência principal fora do sistema solar foi em 1995 (Mayor; Queloz, 1995), um objeto com grande massa ($M > 13 M_{\text{Jup}}$) em torno da estrela de tipo solar 51 Pegasi. A essência desse método é que toda estrela hospedeira irá experimentar um deslocamento devido à atração gerada pelo campo gravitacional dos exoplanetas que resultam em órbitas de todos os corpos em torno do centro de massa do sistema. Este movimento em torno do centro de massa do sistema pode ser detectado pela análise das pequenas mudanças nas linhas espectrais estelares devido ao efeito Doppler. O deslocamento Doppler varia periodicamente. Este método tem sido utilizado amplamente e o responsável pela maioria das primeiras descobertas de exoplanetas. Logicamente, ele cria um viés pelo fato de que somente os planetas mais massivos e/ou próximos de sua estrela central podem ser detectados. A figura abaixo ilustra a situação descrita acima.

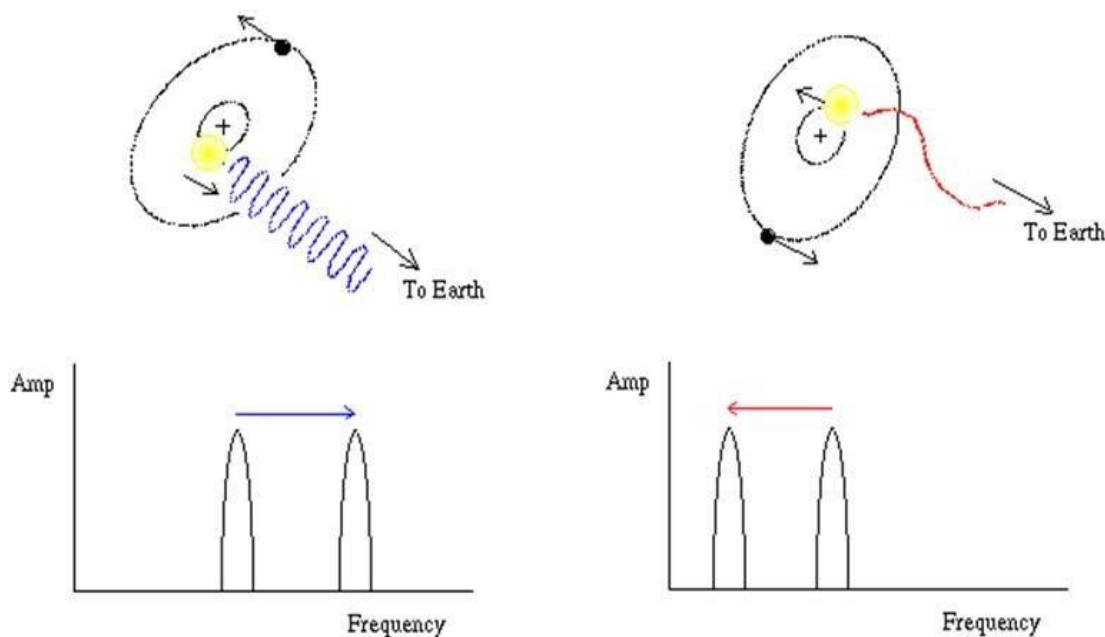


FIGURA 11. DETECÇÃO DE EXOPLANETAS: VELOCIDADE RADIAL.

Fonte: acesso em 6 julho 2017. <http://www.astrosurf.com/marcelo/tecnicaexop.html>

Com o lançamento do satélite COROT em 2006 e, posteriormente, do satélite Kepler em 2009, um outro método de detecção de exoplanetas passa a ser importante, o *Método dos Trânsitos*. O trânsito planetário ocorre quando um planeta atravessa o disco da estrela central de um sistema. Nesse caso, o brilho da estrela é ligeiramente reduzido. O decréscimo da luminosidade é dependente do raio do planeta, do raio da estrela e da distância orbital do planeta à estrela. Nesse método, é mais provável observar trânsitos de planetas gigantes próximos da estrela central. Através de longos períodos de observação é possível determinar o período orbital do planeta e a presença de atmosfera, através de uma espectroscopia que permita identificar linhas de absorção (ver a Figura abaixo)

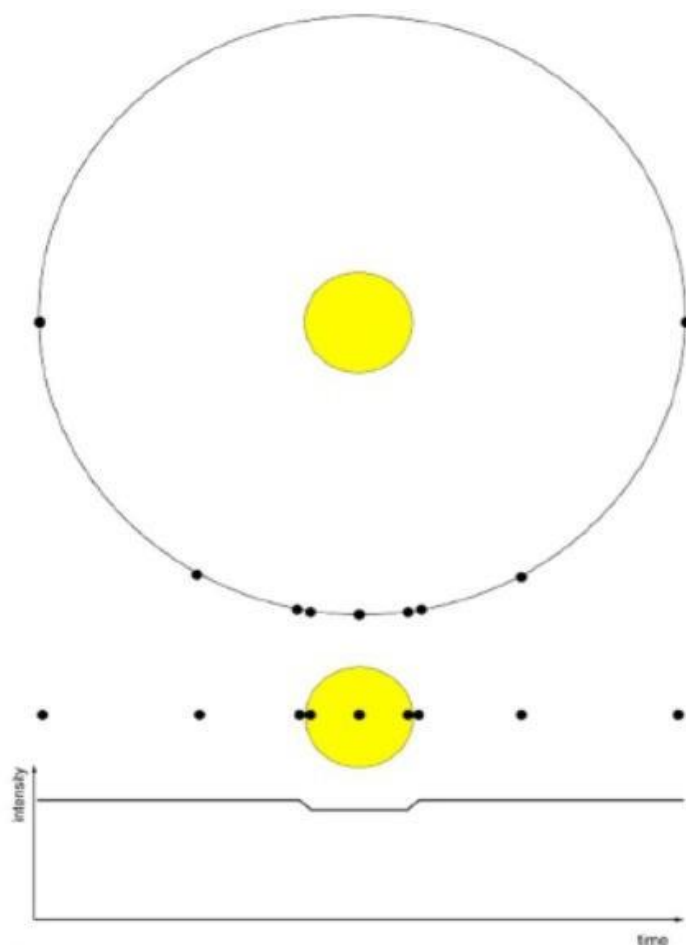


Figura 12 – DETECÇÃO DE EXOPLANETAS: TRÂNSITO PLANETÁRIO.

Outro método de detecção de exoplanetas é por *Microlentes Gravitacionais*. De acordo com a teoria da Relatividade Geral, a luz proveniente de um objeto-fonte pode ser curvada devido a sua interação com a massa de outro objeto que se encontre entre essa fonte e o observador. Tal curvamento leva a uma mudança do brilho aparente do objeto-fonte (ampliação). Tal amplificação em uma estrela que tenha um ou mais exoplanetas, permitirá detectá-los através de uma contribuição ao efeito de lente esperado, induzindo na curva de luz um pico secundário, como mostra a Figura abaixo.

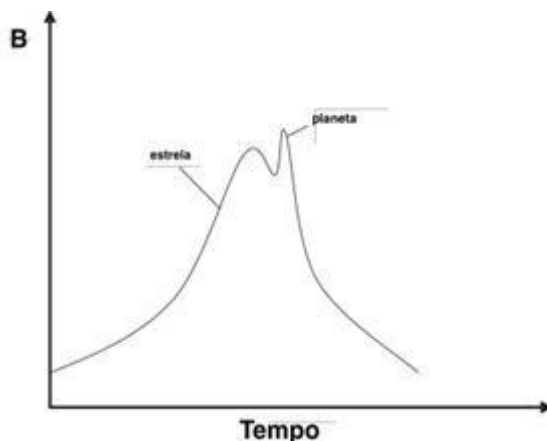


Figura 13. Detecção de exoplanetas: Microlentes Gravitacionais. O brilho aparente B do objeto fonte apresenta um pico secundário devido à presença de um exoplanetas.

É curioso que, de fato, o primeiro exoplanetas foi descoberto em torno de um pulsar pelo *Método dos Pulsares*. A variação do período de pulsares proporcionou a primeira descoberta de um exoplanetas em 1992 (WOLCZCZA; FRAIL, 1992), porém a estrela central do sistema é uma estrela de nêutrons, o ambiente sendo hostil à vida e a própria formação do pulsar em uma supernova, teve um efeito absolutamente destrutivo sobre os planetas originais.

2.3.2 O SISTEMA PLANETÁRIO DE GLIESE 581

A descoberta que entusiasmou os astrônomos foi a detecção em 2007 de uma Super Terra (cerca de cinco vezes a massa da Terra), Gliese 581c, que estaria na zona habitável da estrela anã vermelha Gliese 581, ou GJ 581, com 0,31 massas solares e tipo espectral M3V, a 20,4 anos-luz da Terra (UDRY et al., 2007). Este fato teve uma grande repercussão na mídia (Figura 14), pois até então os exoplanetas eram majoritariamente Júpiteres quentes, planetas com massas em torno da de Júpiter e situados tão próximos da estrela central do sistema que a água só poderia estar no estado de vapor. Agora se descobriu um planeta que não só era próximo do tamanho da Terra, mas que poderia ter água líquida e abrigar a vida (Figura 15). O Sistema Gliese 581 possuiria ainda dois exoplanetas, do tamanho aproximado de Netuno, mas um situado internamente à zona habitável, Gliese 581b, e outro

externamente, Gliese 581d (Figura 16).

Astrônomos descobrem planeta que pode ser habitável

Folha Online 24/04/2007 - 22h44

Astrônomos encontraram um planeta fora do nosso Sistema Solar que é potencialmente habitável, com temperaturas parecidas com as da Terra. A descoberta foi considerada um grande passo na procura por vida extraterrestre.



O planeta tem o tamanho certo, pode ter água em forma líquida e, em termos de Universo, está relativamente perto, a cerca de 20,5 anos-luz da Terra. Ele gira em torno de uma anã vermelha --uma estrela muito menor, menos luminosa e mais fria que o nosso Sol-- chamada de Gliese 581.

O planeta, batizado de Gliese 581c, foi descoberto pelo telescópio do Observatório Europeu do Sul (ESO) em La Silla, no Chile.

O novo planeta é cinco vezes mais pesado que a Terra. Não se sabe ainda se ele é rochoso como a Terra ou se é uma esfera de gelo, com água líquida na superfície. Se for rochoso, que é o que a teoria prevalecente propõe, tem um diâmetro cerca de 1,5 vez maior que o do nosso planeta. Se for uma esfera de gelo, seria maior ainda.

Sistema planetário de Gliese 581

Figura 14. O sistema planetário de Gliese 581 na mídia. Fonte: Friaça 2017b



Figura 15. Comparação entre Gliese 581c e a Terra. Fonte: Friaça 2017b.



Figura 16. O estranho Sistema solar de Gliese 581. Fonte: Friaça 2017b

No ano da descoberta de Gliese 581c, 2007, haviam sido identificados 3 planetas, Gliese 581b, Gliese 581c e Gliese 581d, em torno de Gliese 581. Posteriormente, esse número foi elevado para seis, com a detecção de mais três planetas, Gliese 581e, Gliese 581f e Gliese 581g. Em 2009, foi detectado um planeta, com a massa mínima de 1,9 massas terrestres, bem internamente à zona habitável (e, portanto, muito quente), Gliese 581e (MAYOR et al., 2009). Um ano depois, VOGT et al. (2010), a partir de 11 anos de dados de velocidades radiais obtidos com o telescópio Keck, afirmam ter encontrado evidências a favor de um planeta com a massa mínima de 7.0 massas terrestres, Gliese 581f, bem exteriormente à zona habitável, e de outro, com a massa mínima de 3,1 massas terrestres, bem no centro da zona habitável. Com essa configuração, o novo planeta Gliese 581g passou a ocupar o meio da zona habitável, com Gliese 581c na sua borda interna e Gliese 581d na sua borda externa. A Figura 17 mostra o sistema planetário de Gliese 581 com esses seis planetas. Foi essa figura que foi utilizada no caderno do aluno e de apoio do professor. A faixa azul escura em torno da estrela representa a faixa de distâncias em que os planetas não são nem muito frios e nem muito quentes para que a vida possa florescer, com temperatura suficiente para manter a água em estado líquido.

Contudo, análises posteriores dos conjuntos de dados de velocidades radiais, sugeriram fortemente que 581f e 581g seriam artefatos e não reais (FORVEILLE et

al., 2011; BONFILS et al., 2013). Assim, ao final dessas reanálises, podemos considerar que o sistema GJ 581 possui dois exoplanetas classificados como superterras orbitando uma estrela anã-vermelha GJ 581c e GJ 581d, com massas aproximadas de 5,4 e 6,0 massas terrestres, respectivamente. Estudos das condições de habitabilidade para o sistema aponta que provavelmente o único planeta capaz de manter uma superfície com água líquida ao longo de toda evolução estelar é o GJ 581d. Gliese 581 é um dos nossos vizinhos galácticos mais próximos. Isto significa que os telescópios do futuro poderão ser capazes de detectar a atmosfera dos seus planetas diretamente. Tal modelo de exoplanetas semelhante à Terra permite sua utilização para fins pedagógicos, visando mostrar aos alunos a questão da zona habitável de nosso sistema solar, comparando-o com o sistema de Gliese 581. Acrescente-se também que a zona habitável estelar evolui ao longo do tempo, deslocando-se para fora devido ao aumento da luminosidade da estrela central durante a sua permanência na sequência principal.

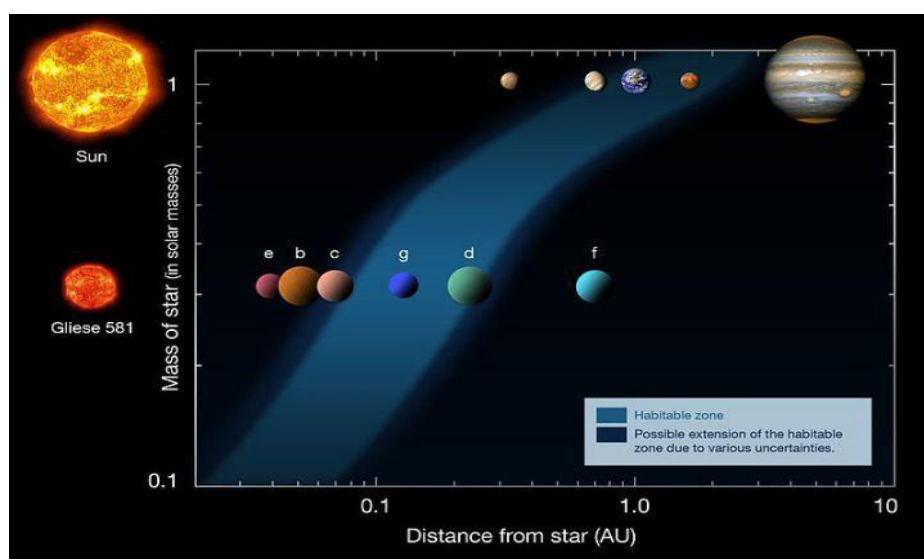


Figura 17. Zona Habitável de Gliese 581. Fonte: Friaça 2017b.

2.4. ASTROQUÍMICA

A Astroquímica é um campo multidisciplinar da Astronomia que estuda a evolução do conteúdo molecular do Universo, a partir das abundâncias dos elementos químicos, suas reações, mecanismos de formação das moléculas e sua interação com a radiação. Dentro desse contexto, estuda também a origem e a formação de moléculas no meio interestelar, moléculas pré-bióticas (aminoácidos, por exemplo) como base da origem da vida na Terra. São estudados átomos isolados como o H, hidrogênio, C, carbono, e espécies moleculares como H^2 , CO e H^2O . Graças aos recursos da radioastronomia, da astronomia de infravermelho e, mais recentemente, da astronomia milimétrica e submilimétrica, o nosso conhecimento das espécies moleculares do Universo sofreu uma revolução. Elas estão presentes em corpos do Sistema Solar, em exoplanetas, em estrelas, nas regiões de formação estelar e no meio interestelar tanto da nossa Galáxia como de outras galáxias. Para termos uma ideia mais precisa do conteúdo molecular do Universo, precisamos nos remeter à questão da origem dos elementos químicos. A formação dos elementos químicos envolve três grandes classes de processos: a nucleossíntese primordial, a nucleossíntese estelar e a nucleossíntese interestelar.

2.4.1 NUCLEOSSÍNTESE PRIMORDIAL

Dentro cenário do Big Bang, o Universo teve início em um ponto singular com densidade e temperatura infinitas, há cerca de 13,6 bilhões de anos atrás, quando houve a criação do espaço-tempo como o conhecemos. O Universo surge em um estado expansão que continua até hoje. Nesse processo de expansão, a temperatura foi se reduzindo dando origem a diversas fases distintas de evolução do Universo. Em uma das fases, os quarks se reuniram formando partículas bastante estáveis, os prótons e os nêutrons. Na fase da nucleossíntese, correspondente a uma idade do Universo entre 1 e 100 segundos, a partir dos prótons e nêutrons foram sintetizados os elementos mais simples além do Hidrogênio (essencialmente o próton): Deutério (isótopo do Hidrogênio constituído apenas de um próton e um nêutron), Hélio, Lítio e Berílio.

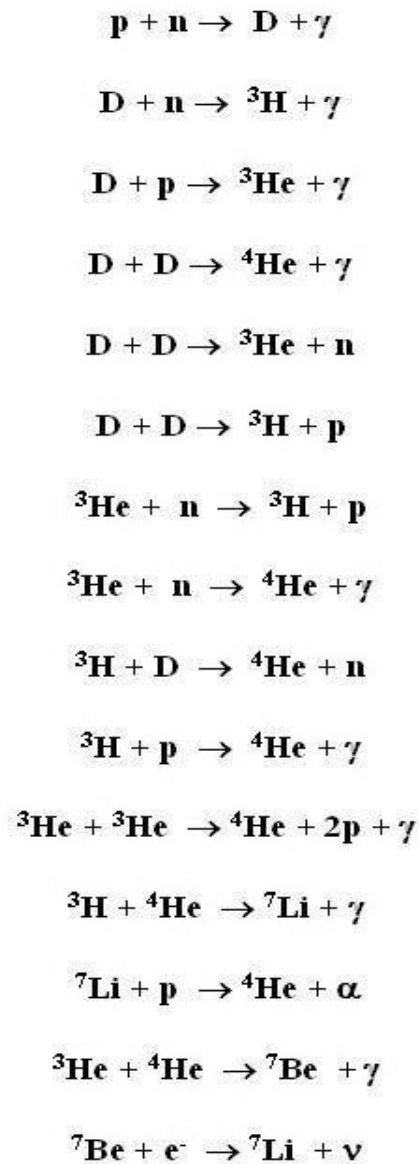


Figura 18. Nucleossíntese Primordial. Fonte: MACIEL (2004).

O processo se interrompe com o ${}^7\text{Li}$ e ${}^7\text{Be}$, pois como a densidade e a temperatura estão diminuindo, não há suficiente energia para a formação de elementos mais pesados (MACIEL 2004). Ademais não é possível a produção do Be, pois núcleos com número de massa 8 são extremamente instáveis.

2.4.2 NUCLEOSSÍNTESE ESTELAR

A nucleossíntese primordial somente conseguiu produzir os elementos até o número de massa 7. Para os elementos mais pesados há necessidade de um processo de formação de elementos químicos em estrelas, a nucleossíntese estelar. Em interiores estelares na fase da sequência principal (como o do nosso Sol), ocorre a fusão de hidrogênio em hélio. Nas temperaturas internas como as encontradas no Sol, a conversão de hidrogênio em hélio se dá através da cadeia próton-próton (ver a Figura 19). A nucleossíntese do hidrogênio em hélio é o estágio inicial para a formação de elementos pesados nessas estrelas.

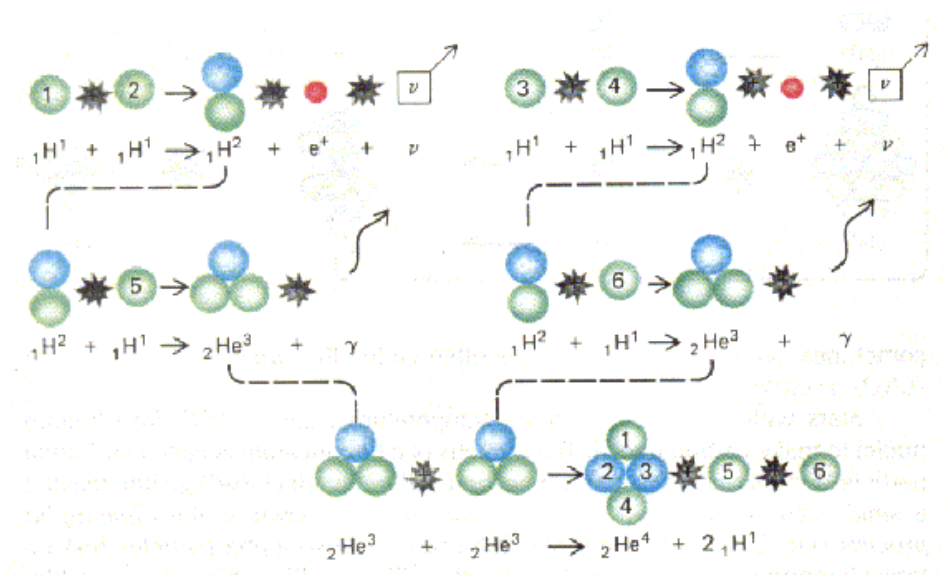


Figura 19. Nucleossíntese estelar do hélio: cadeia próton-próton.
Fonte: <http://www.observatorio.ufmg.br/pas36.htm>- acesso em 30/072017.

No primeiro estágio, dois núcleos de hidrogênio se fundem para formar o núcleo de deutério (dêuteron), emitindo um pósitron e um neutrino. O neutrino (desprovido de carga elétrica e interagindo apenas pela interação fraca) escapa imediatamente do interior estelar. O pósitron e o elétron mais próximo (partícula/ anti- partícula) se aniquilam emitindo radiação gama. A seguir o núcleo de deutério se funde com o hidrogênio para formar o ^3He (isótopo do hélio com dois prótons e um nêutron) emitindo mais radiação gama. Finalmente, dois desses núcleos se fundem para formar um núcleo de hélio e dois núcleos de hidrogênio. Na Figura 19, os prótons estão numerados para facilitar o acompanhamento da cadeia.

Em interiores estelares a temperaturas mais altas que as do Sol, predomina o ciclo carbono-nitrogênio, apresentado na figura abaixo:

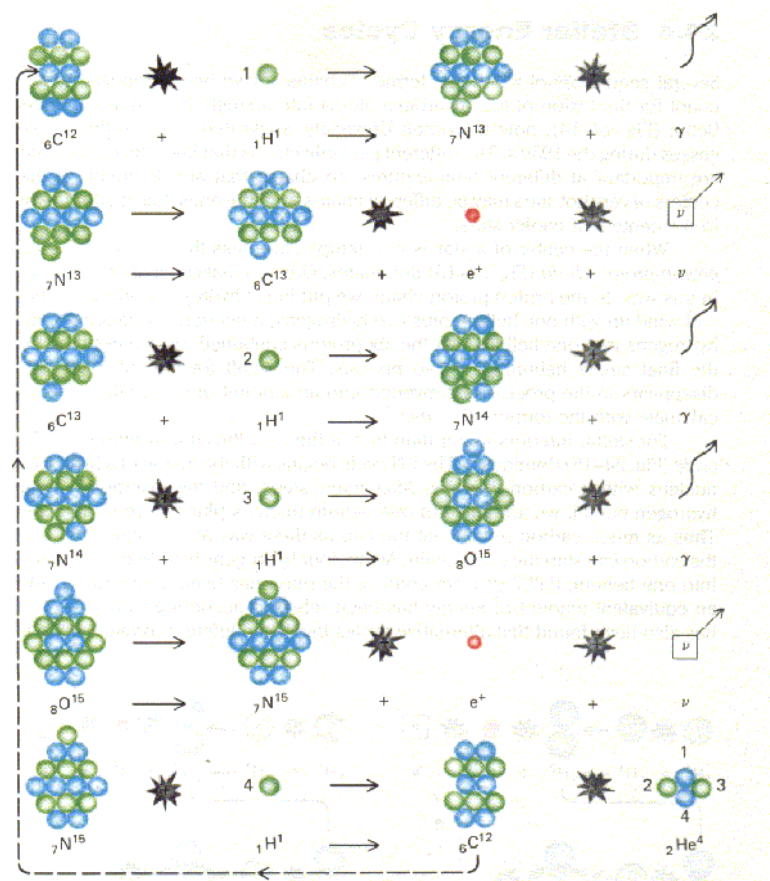


Figura 20 - Nucleossíntese estelar do hélio: ciclo carbono-nitrogênio.

Fonte: <http://www.observatorio.ufmg.br/pas36.htm>- acesso em 30/072017.

Esse ciclo, também conhecido como ciclo do carbono, tem início com a fusão de um núcleo de hidrogênio e um núcleo de carbono, tendo como produtos um isótopo do nitrogênio e radiação gama. Após a inserção de mais três núcleos de hidrogênio, o ciclo termina, tendo como produtos o núcleo de hélio e o núcleo de carbono. Na figura os quatro átomos de hidrogênio estão numerados e o carbono resultante reinicia cadeia. Ciclos alternativos, envolvendo isótopos de oxigênio também ocorrem. Esses processos são chamados ciclo do carbono-nitrogênio-oxigênio (CNO).

Em estrelas em fases de evolução além da sequência principal, com interiores mais quentes, ocorre a fusão de núcleos de hélio para formar núcleos de carbono. Como no processo são gastos três núcleos de hélio (partícula alfa - nome

derivado dos primórdios da física nuclear), ele é chamado triplo-alfa. Nesse caso, duas partículas alfa interagem para formar o ${}^8\text{Be}$. Esse isótopo do berílio é muito instável, existindo apenas o tempo suficiente para interagir com uma terceira partícula alfa e produzir o carbono com emissão de radiação gama. Esse processo requer densidades e temperaturas muito elevadas que são encontradas apenas nos núcleos de hélio inerte deixados por estrelas que saíram da sequência principal.

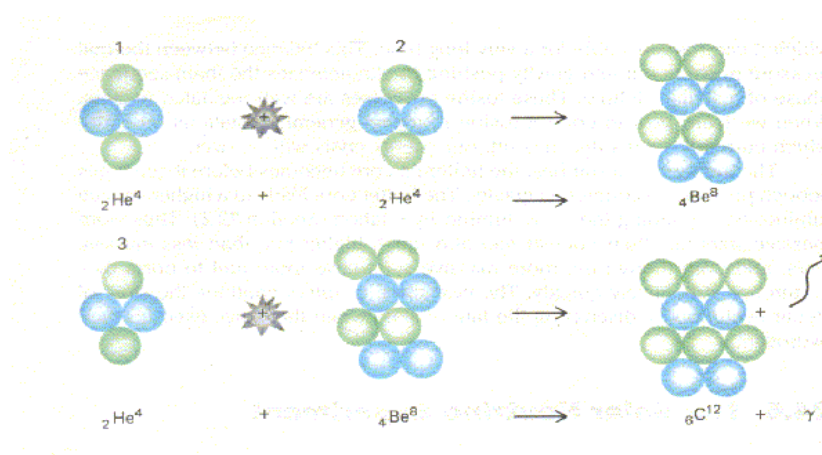


Figura 21 - Nucleossíntese estelar: formação do carbono
 Fonte: <http://www.observatorio.ufmg.br/pas36.htm>- acesso em 30/072017.

As frações de massa perdidas nos diferentes processos são convertidas em energia que pode ser calculada pela expressão $E=mc^2$. No caso da conversão de quatro "hidrogênios" em um hélio, 0,7 % da massa é consumida dando lugar ao equivalente em energia.

2.4.3 NUCLEOSSÍNTESE INTERESTELAR

A nossa Galáxia, a Via Láctea, tem como seu componente principal um disco, caracterizado por uma espessura da ordem de 1000 parsecs e um diâmetro da ordem de 30.000 parsecs. Nessa região concentra-se o gás e a poeira interestelares, como podemos observar facilmente em outras galáxias vizinhas semelhantes à nossa. O gás interestelar é constituído principalmente de hidrogênio, com uma pequena proporção de elementos mais pesados. A região interestelar é constantemente atravessada pelos

raios cósmicos, que são prótons, elétrons, núcleos de He e de outros elementos mais pesados, acelerados em explosões de supernovas e outros eventos energéticos. O fluxo dos raios cósmicos é bem medido e sua propagação pela Galáxia é razoavelmente bem conhecida. Eles dão origem a reações de espalação, que consistem essencialmente na fragmentação de núcleos pesados que compõem os raios cósmicos pelas colisões com átomos do gás interestelar, ou, inversamente, a fragmentação de átomos pesados interestelares pelas colisões com raios cósmicos leves. O processo de fragmentação é pouco eficiente para a formação de novos núcleos, aplicando-se essencialmente aos elementos leves Li, Be e B, cujas abundâncias são muito baixas, menores ou da ordem de 10^{-10} em relação ao hidrogênio. Os demais elementos podem ser produzidos de maneira muito mais eficiente nas estrelas, como vimos, obtendo abundâncias muito mais altas. As observações dos elementos leves nas estrelas são geralmente difíceis, necessitando de grandes telescópios e espectroscopia de alta resolução ou observações feitas no espaço, devido justamente à sua baixa abundância, que leva à formação de linhas espectrais fracas, facilmente misturadas com linhas dos outros elementos mais abundantes, especialmente nas estrelas mais velhas, de baixa metalicidade. Ainda assim, os resultados obtidos a partir das observações estão geralmente em bom acordo com as previsões dos modelos da interação dos raios cósmicos com os átomos do gás interestelar.

2.4.4 ABUNDÂNCIAS DOS ELEMENTOS E DAS MOLÉCULAS NO UNIVERSO

A partir de todos esses processos de nucleossíntese chega-se à atual distribuição cósmica dos elementos químicos. Assim, a “Tabela Periódica dos Astrônomos” é dominada pelo hidrogênio e hélio, como podemos ver na Figura 22, que apresenta os 10 elementos mais abundantes do Universo (McCall 2006). Se desconsiderarmos os gases nobres, que são quimicamente inertes, depois do hidrogênio, os elementos quimicamente ativos mais abundantes do Universo são o oxigênio, carbono e nitrogênio. Isso explica porque a água é a terceira molécula mais abundante do universo. Assim, o bioessolvente da vida terrestre também está facilmente disponível em outros mundos. Além disso, a grande abundância cósmica do carbono

faz com que compostos orgânicos sejam comuns em ambientes astrofísicos. Finalmente, o fato dos elementos CHON (carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio) serem também os mais abundantes da bioquímica terrestre indica que as bases químicas da vida estão presentes por toda parte no Universo.

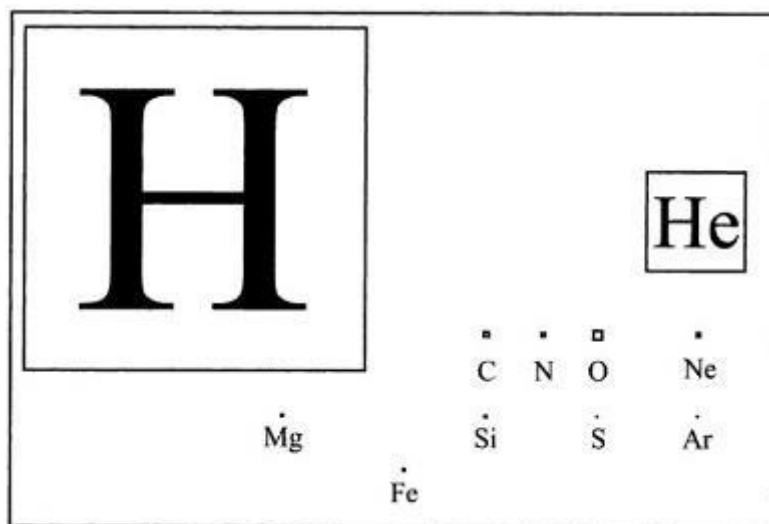


Figura 22 - A Tabela Periódica dos Astrônomos. A área do quadrado correspondente à cada elemento químico é proporcional à sua abundância cósmica. Fonte: McCall 2006.

Já que o carbono é o terceiro elemento quimicamente ativo mais abundante, as moléculas orgânicas são muito comuns no Universo. A ubiquidade tanto da água como de compostos orgânicos em uma escala cósmica torna a existência de vida extraterrestre muito mais provável. Uma descoberta recente sobre o conteúdo orgânico do Universo é que uma fração considerável do carbono no meio interestelar (20% ou mais) encontra-se na forma de PAHs (EHRENFREUND et al. 2002) e a emissão em linhas no infravermelho médio é dominada pelas bandas devidas a esta classe de moléculas. Os PAHs podem ter seus átomos de hidrogênio ou carbono substituídos por nitrogênio, gerando os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos nitrogenados, PANHs, que podem constituir uma etapa de canais de produção de moléculas heterocíclicas nitrogenadas. Algumas destas últimas são de grande interesse astrobiológicos, por poderem desempenhar um papel pré-biótico nas origens da vida tanto na Terra como em outros ambientes astrofísicos. A grande abundância dos PAHs e sua alta resistência à radiação UV e raios cósmicos do meio interestelar fazem deles substratos

privilegiados para a síntese de moléculas orgânicas complexas. Depois do monóxido de carbono, os PAHs são a forma de compostos do carbono mais abundante desde o meio interestelar local até nas galáxias a altos redshifts, que podem ser usadas como referência para a Galáxia em seus primeiros estágios de evolução (GUIMARÃES, 2006). Uma vez que os PAHs se encontrem em regiões de formação estelar, eles se comportam como catalisadores para a produção de moléculas heterocíclicas nitrogenadas, como o pirrol e a piridina (COELHO, 2012). Espectros no infravermelho do telescópio espacial Spitzer revelam no perfil das linhas de emissão dos PAHs a assinatura dos PANHS, que sejam espécie intermediárias nesse processo (CANELO, 2016). A presença maciça de elementos biogênicos no Universo e de moléculas orgânicas com potencial pré-biótico ou probiótico é um dos fatores que dá um forte apoio à existência de vida extraterrestre.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Sequência Didática

A sequência didática, doravante chamada de SD, de modo simples e direto é um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos, conceituais e procedimentais. Para Dolz, Noverraz e Scheuwly (2004, p. 97), expoentes desse grupo de pesquisa sobre a relação entre linguagens, interação e sociedade, e cujas publicações no Brasil tornaram esse conceito conhecido, a “sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito.”

Para isso, a estrutura de base de uma sequência, segundo os autores, contém uma seção de abertura, com a apresentação da situação de estudo na qual é descrita de maneira detalhada a tarefa de exposição oral ou escrita que os alunos deverão realizar. De acordo com esses autores, deve haver uma produção inicial ou diagnóstica, a partir da qual o professor avalia as capacidades já adquiridas e ajusta as atividades e os exercícios previstos na sequência às possibilidades e dificuldades reais de uma turma. Após essa etapa, o trabalho se concentra nos módulos (também chamados de oficinas por outros autores que seguem esses mesmos princípios) constituídos de várias atividades ou exercícios sistemáticos e progressivos que permitem aos alunos apreender as características temáticas, estilísticas e composicionais do gênero alvo de estudo.

A sequência didática constitui-se num método para o desenvolvimento de atividades de ensino e, dependendo da forma como é organizada, pode contribuir, assim, para a aprendizagem, seja no Ensino Fundamental ou em qualquer nível. Segundo Zabala (1998), a forma como se configuram as sequências de atividades é o que vai determinar as “características diferenciais” da prática do professor. Segundo o autor, se analisarmos as sequências tentando encontrar os elementos que as constituem, veremos que “são um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (ZABALA, 1998, p.18).

Particularmente, na sequência didática a ser aplicada no ensino de ciências, o professor desempenha papel fundamental na elaboração das atividades de ensino, pois é por meio desse instrumento de mediação que o aluno estabelecerá relação entre os fenômenos e os processos das ciências. Para tal, é preciso adotar uma perspectiva problematizadora para o ensino e a aprendizagem, de tal forma que se construa um autêntico diálogo em sala de aula.

Nesse sentido, o professor é o agente que instaura o diálogo entre os conceitos científicos e seus alunos, e em consequência pode promover a participação ativa do aluno no processo de apropriação dos conhecimentos mediados por interações socioculturais. Neste contexto, temos por objetivo apresentar um processo de elaboração, aplicação e reelaboração (EAR) de sequências didáticas (SD). Este processo se consolida por meio de análises sistematizadas e avaliações consecutivas de cada uma de suas fases. Como consequência, as SD são validadas em um processo que promove o desenvolvimento profissional do professor, visto que a definição dos conteúdos, identificação das condições de ensino e a seleção de dinâmicas e metodologias se materializam segundo um objeto de ensino.

O produto dessa atuação profissional do professor é o instrumento mediador (uma SD neste caso) do processo de ensino-aprendizagem que se deseja consolidar.

Considera-se que sequências didáticas são também instrumentos desencadeadores das ações e operações da prática docente em sala de aula. Em consequência, a estrutura e a dinâmica da SD são determinantes do planejamento das atividades por meio dos quais os alunos vão interagir entre si e com os elementos da cultura. Na elaboração ou no planejamento de uma SD, várias ações mediadas são estruturadas, cada qual por meio de ferramentas culturais específicas.

Cada uma destas ferramentas deve ter uma função nítida na proposta de ensino e necessitam estar articuladas segundo um propósito de ação (Giordan, 2008). Nesta perspectiva, o foco de atenção do professor ao elaborar a SD precisa estar no processo e não no produto da aprendizagem.

As sequências didáticas (SD) representam uma unidade constitutiva do processo educativo. Ou seja, um conjunto de atividades articuladas e organizadas de forma sistemática, em torno de uma problematização central. A validação representa um procedimento sistemático de avaliação de determinado instrumento de ensino por

meio de testes que procuram verificar sua capacidade de desempenho e confiabilidade dos seus resultados. A validação busca confirmar que o instrumento possui o desempenho que sua aplicação requer e também garantir a confiabilidade de seus resultados. (GUIMARÃES E GIORDAN, 2012).

O processo EAR consiste em um método de elaboração e validação de sequências didáticas segundo análise sistematizada e avaliações consecutivas de cada um dos elementos que constitui a SD, de seu contexto de aplicação, de seus resultados e de sua relação com o plano de ensino da escola. É estruturado segundo uma abordagem sociocultural (WERSTH, 1999; VYGOTSKY, 2001; GIORDAN, 2008), sob a perspectiva da terceira geração da teoria da atividade (DANIELS, 2003; ENGESTROM, 1999).

O processo se inicia com a fase de elaboração, que consiste em planejar e organizar a SD segundo os elementos: título; público-alvo; problematização; objetivo geral; objetivos específicos; conteúdos; dinâmica; referências bibliográficas; bibliografia utilizada.

No processo EAR, a elaboração da SD necessita ser conduzida segundo uma fundamentação teórica que oriente a ação do docente e suas estratégias de ação. Nessa abordagem sociocultural (GUIMARÃES E GIORDAN, 2012) o aluno assimila conhecimentos segundo sua interação social e com os elementos de cultura, mediado por ferramentas culturais.

Na aplicação da SD, esta, no processo EAR, é composta por quatro fases, sendo três etapas de validação específicas e uma etapa na qual a SD é desenvolvida em sala de aula. Esta última constitui a experimentação do processo de validação. Em cada uma das etapas, a SD pode e deve ser revista pelo professor enquanto forma de validação dela mesma.

Na reelaboração, o professor, de posse das informações anteriores, pode confrontar suas percepções e objetivos quanto à elaboração da SD, da análise e os dados da experimentação. A confrontação dos resultados representa o fechamento do processo cíclico de validação. É o espaço do professor, munido de experiências e informações, pode aprimorar a SD e sua ação docente.

O processo de validação EAR implica em transformação expansiva no sistema

de atividade, pois provoca mudanças qualitativas no sujeito (professor), na SD e na prática docente do professor e, conseqüentemente, no aluno e na aprendizagem. Fundamentalmente, o que se almeja é subsidiar a dialética de internalizações e externalizações de processos mentais e práticas que são típicos da sala de aula ou das situações de ensino e aprendizagem de ciências.

Nesse sentido, a reflexão do professor se dá em torno de suas práxis, principalmente na sua avaliação constante sobre de qual precisa se empenhar para planejar, elaborar e conduzir a SD. Por meio dessas ações, o professor forma-se quando age com a ferramenta cultural SD e a agrega à sua prática docente para organizar suas próprias ações em sala de aula.

O processo EAR é planejado pelo próprio professor da escola, segundo um contexto cultural e social específico, podendo englobar não só a sala de aula, mas também outras disciplinas, interdisciplinaridade, a comunidade escolar ou a comunidade em torno da escola. Como consequência, esse processo contribui de forma muito significativa para o desenvolvimento profissional do professor, inovando suas práticas.

Outro fator relevante na aplicação da SD é a construção de indicadores de alfabetização científica que vem no bojo dos diálogos com as ferramentas culturais desenvolvidas durante o processo de aplicação da SD.

Assim, a aplicação da SD se constitui ainda em permanente fórum de pesquisa e sua utilização em sala de aula enriquece a práxis do docente, bem como torna o ensino-aprendizagem de sobremaneira interessante, podendo-se construir elementos que indicam o empoderamento destes alunos com relação ao conhecimento, bem como se situar na fronteira da sociedade, onde a tecnologia induz a questionamentos cada vez mais constantes, motivando o aluno a se iniciar e se alfabetizar de modo científico, a fim de ter o entendimento das questões modernas propostas.

Neste capítulo, a SD será localizada no espaço e no tempo, ou seja, o planejamento da SD tem como referencial metodológico e teórico o Modelo Topológico de Ensino (MTE), que é derivado da Teoria da Ação Mediada (TAM), de base sociocultural.

A ideia da ação mediada inspira-se nos estudos de James Wertsch, discutida

em seus livros *Voices of the Mind* (1991) e *Mind as Action* (1998). O autor apoia-se nas ideias de Vygotsky para tratar dos conceitos de mediação, atividade e internalização; em Bakhtin, para discutir dialogia e gêneros de discurso; e, principalmente, em Kenneth Burke, para focar sobre as múltiplas perspectivas da ação humana.

Considerando a sala de aula como um organismo social com cultura e identidade próprias, onde se realizam ações entre pessoas com diferentes visões de mundo, a teoria da ação mediada vem a ser um eixo estruturante para que o professor possa organizar e planejar suas aulas, bem como a continuidade dessas unidades organizadoras no espaço-tempo da sala de aula e no que se refere à construção teórica e coerência entre as diversas unidades do planejamento curricular.

Dessa forma, o modelo topológico de ensino propõe a atividade, o conceito e o tema como três eixos organizadores da sala de aula. Sendo o modelo topológico de ensino fundado na teoria da ação mediada, é preciso considerar que na organização do ensino algumas propriedades da ação mediada devem ser observadas, entre as quais se destacam a situacionalidade, a historicidade, a materialidade e a mediação.

Como a SD está localizada em um contexto temporal e contínuo, o encadeamento progressivo de “falas” na sala de aula se dá em um contexto situacional, mental e comunicacional, propriedades importantes do Modelo Topológico de Ensino que circunstanciam as atividades de ensino, tendo em vista a potencialidade de compartilhamento de contextos e de seus deslocamentos no tempo entre professor e alunos. Deve-se considerar além do cotidiano e da concretude, ou seja, a situacionalidade, o fato de o contexto ser constitutivo dos aspectos comunicacional e mental. Assim, o processo de elaboração de significados será condicionado também pela capacidade de o professor compartilhar e, nesse sentido, negociar com seus alunos e entre eles o contexto por meio de situações, linguagens e formas de pensamento que os aproximem das práticas e atividades de ciências. (GIORDAN, 2013).

O processo da SD ocorre por meio de narrativas em que os agentes desenvolvem uma interação discursiva na sala de aula que tem por finalidade classificar os signos dos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. A capacidade de manter o fio condutor da sequência de ensino depende fundamentalmente dos recursos que o professor utiliza para organizar as atividades.

Em geral, a fala é o principal meio empregado em sala de aula para mediar as situações de ensino, seguida pelos gestos, textos escritos, esquemas e outros elementos pertencentes aos diversos sistemas de signos do professor.

Um exemplo de combinação de “vozes” narrativas ocorre na passagem entre a demarcação de um problema experimental pelo professor, através de sua fala, e a realização do experimento, que é conduzido por um roteiro escrito. Na delimitação do problema, o professor conduz a atividade e os alunos seguem em seu plano mental suas proposições. Já na realização do ensaio, os alunos leem o roteiro e se deparam com os materiais de laboratório. É desejável que, de posse do roteiro escrito, os alunos estabeleçam relações de referência entre a fala anterior do professor, quando da demarcação do problema, e as etapas do experimento, e ainda mais, quando da realização do experimento, esse movimento de referência habilidade se mantenha até mesmo com outras vozes narrativas, por exemplo, o livro didático.

A narrativa dentro da sala de aula no quesito sobre a resolução de um problema se dá por uma sequência de diálogos entre os alunos e o professor, que tem características peculiares em relação às intervenções dos agentes em sala de aula. Pode-se classificar essa dialogia de acordo com a narrativa da sala de aula na qual se está configurando o andamento de uma relação de ensino-aprendizagem, de tal forma que quando ocorre uma intensa fala entre alunos e professor, diz-se que a situação é interativa. Quando apenas o professor fala, por exemplo, em uma sequência expositiva de atividades, diz-se que a situação é do tipo não interativo.

Há outra importante dimensão das modalidades de comunicação na sala de aula que diz respeito às ideias (conceitos) que estão sendo consideradas na situação. Quando as ideias têm origem no conhecimento científico para o qual o professor é o representante, diz-se que a situação comunicativa é do tipo de autoridade. Em situações em que são consideradas as ideias dos alunos, ou seja, ideias próprias que não têm origem no conhecimento científico, diz-se que são do tipo dialógicas.

As narrativas são como histórias concretizadas na e da sala de aula. Elas se desenvolvem a partir das modalidades de comunicação adotadas por professor e alunos, que se utilizam da fala, gestos, textos, imagens, equipamentos, enfim de uma diversidade de ferramentas culturais para produzir sentido, elaborar significados. Do ponto de vista da estrutura comunicativa, podemos analisar as situações da sala de

aula sob a perspectiva de quem fala e da origem das ideias veiculadas. Outro exemplo de combinação de vozes narrativas pode ser observado, por exemplo, quando o professor e aluno interpretam conjuntamente um gráfico de temperatura em função do tempo presente em um livro didático. Portanto, a narrativa da sequência de ensino é formada pela disposição temporal de diversos meios de representação e veiculação das ideias, cada um com suas singularidades e funções no processo de construção de significados. Se aprender ciências diz respeito à apropriação dessas ferramentas culturais para resolver problemas ou para dialogar com uma comunidade que interpreta o mundo por meio dessas ferramentas, então, a organização das atividades para ensinar ciências depende da interação e dos diálogos entre professores e alunos.

Dentro do processo interativo e discussional das atividades desenvolvidas em sala de aula, ocorre, em algum momento, a materialidade dessa ação mediada, inicialmente pela verbalização da palavra proferida pelo mediador, que é um ferramental cultural, ou outras ferramentas culturais de que se possa utilizar como medidores, livro didático, etc. Vygotsky já identificava o processo de construção de significados como profundamente enraizado na apropriação das palavras pelos alunos.

Não apenas a sonoridade das palavras, mas também as relações de comparação, de sucessão, de continuidade e relações lógicas de causa e efeito são dependentes das locuções e têm, portanto, seus processos de construção mental dependentes do emprego de palavras. Nesse sentido, o andamento do processo da aula é dividido em turnos, em que o professor lança mão de perguntas sobre situações específicas (Iniciação), que exigem respostas corretas dos alunos (Resposta), que são avaliados pelo professor (Feedback). Alguns turnos de fala do professor podem desempenhar tanto a função de iniciação quanto de feedback, que na maior parte dos casos é do tipo avaliativo, ou seja, o professor aceita ou rejeita, implícita ou explicitamente, as respostas dos alunos.

Assim, as ferramentas culturais e as tríades I – R – F, como dispositivos do pensamento, condicionam o processo de elaboração do significado, contextualizam e materializam a narrativa dentro da sala de aula, tendo sua localização como uma propriedade do modelo topológico de ensino, MTE, que se apoia na teoria da ação mediada.

Nesse sentido, a fala é, portanto, a ferramenta cultural mais importante para

realizar as ações de ensinar e aprender, e a sua relação com outras ferramentas culturais condiciona fortemente tanto o planejamento do ensino quanto o processo de elaboração de significados, ou seja, a aprendizagem.

A organização e a análise da ação docente estão estruturadas segundo um planejamento prévio e apoiadas em uma determinada fundamentação teórica, no sentido de buscar garantir a intencionalidade de ensino pretendida pelo professor. Uma ação docente que busca melhorar o desenvolvimento e a aprendizagem do alunado está, necessariamente, sustentada, portanto, sobre um bom plano de ensino.

A unidade fundamental do MTE, a atividade de ensino, poderia ser tomada como ponto de partida. No entanto, é necessário considerar que numa perspectiva de continuidade proposta pelo modelo, a atividade de ensino faz parte de uma sequência capaz de desenvolver narrativas para resolver problemas, interpretar fenômenos, propor modelos explicativos, entre muitos propósitos pertinentes. Portanto, para desenvolver planos de ensino em acordo com o MTE, é desejável ampliar a unidade de organização para o plano de sequências didáticas dispostas regularmente ao longo do ano escolar, ou seja, para a 3ª dimensão do planejamento de ensino, o módulo ou sequência de ensino.

Essa dimensão de organização do ensino está de acordo com um importante programa de pesquisa de educação em ciências que se vem desenvolvendo, sobretudo, a partir dos anos 1980 (GUIMARÃES E GIORDAN e MASSI, 2011). Nesse sentido, chama-se sequência didática a unidade organizadora das ações do professor em sala de aula. Em consequência, a estrutura e o planejamento da SD elaborada pelo professor determinarão a forma e os meios pelos quais os alunos vão interagir com os elementos da cultura e, conseqüentemente, quais serão os processos de apropriação dos conhecimentos.

Nessa perspectiva, o foco de atenção do professor ao elaborar a SD precisa estar no processo e não apenas no produto da aprendizagem.

O contexto situacional pode apresentar-se como um importante elemento pedagógico no ensino de ciências. A disciplina de ciências pode proporcionar ao estudante uma interação e compreensão da realidade, da natureza, do espaço e do mundo físico com experiências através de suas próprias vivências, de sua relação com o ambiente e contexto social no qual está inserido, dependendo da abordagem que for

impressa no processo de ensino-aprendizagem. Para produzir sentido e estabelecer vínculos entre os contextos ampliados e os específicos das ciências, tomamos a problematização e suas diversas formas de estabelecer a mediação como elemento estruturante da SD.

A narrativa desenvolvida em sala de aula aparece nas SD em uma escala macro e em uma escala micro. Primeiro, por ser o meio para desenvolver uma história capaz de produzir sentido aos conceitos que serão desenvolvidos, é necessário considerar temas que aproximem os campos de conhecimento da ciência e da sociedade em uma perspectiva ampliada. Diz-se que os temas sociocientíficos, bem como a ciência em geral, são elementos estruturantes de SD na perspectiva do MTE.

O objetivo da ação de ensinar possui vínculo direto com a função docente: a definição dos conteúdos, a identificação das condições de ensino e a seleção de dinâmicas e metodologias que se materializam segundo um objeto de ensino. Na prática, a SD é aplicada em um contexto da sala de aula que enunciarei nos capítulos seguintes, ligada ao componente curricular Astrobiologia.

3.2. A ASTROBIOLOGIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Neste trabalho, procurou-se executar e compreender um questionário diagnóstico dos alunos da oitava série do ensino fundamental, ciclo 2, de uma escola municipal da zona leste de São Paulo, a Escola Municipal de Ensino Fundamental João Guimarães Rosa, sobre a Astrobiologia, buscando saber, a partir das concepções espontâneas e alternativas dos alunos e seus conhecimentos e saberes sobre a existência ou não de vida dentro de um contexto cósmico, e trabalhá-las no sentido de uma dinâmica processual de alfabetização científica a um refinamento do entendimento da vida extraterrestre, bem como sua origem e evolução. O caderno do aluno utiliza um questionário composto por questões objetivas, discursivas e de desenho como metodologia para avaliar suas concepções sobre conhecimentos de astronomia, biologia, química. A maioria dos alunos tem conhecimentos de astronomia devido à grade curricular, sendo que as concepções sobre astrobiologia no fundamental advêm

pelos meios de comunicação midiáticos e de ficção científica. Nesse sentido, mensurar as concepções espontâneas dos alunos e encaminhá-las para um tratamento de natureza de visão científica, alfabetização científica, faz parte desse trabalho que visa a uma modelagem transformadora da realidade de tal forma que o aluno possa apropriar-se desse ferramental e utilizá-lo em suas análises decorrentes de sua inserção como cidadão participante em uma sociedade que evolui e que está sempre em um patamar de avanço tecnológico. Tal processo de alfabetização científica dar-se-á fundamentado em uma sequência didática, previamente preparada, conjuntamente com o professor de ciências que disponibilizará as aulas para a aplicação do projeto e da sequência didática, fazendo com que a articulação dos saberes e fazeres pedagógicos se evidencie juntamente com os alunos, levando-os a uma reflexão sobre a astronomia, ciências e, mais do que isso, a uma apropriação do ferramental utilizado em ciências, como gráficos, tabelas, expressões de proporção e grandezas, levando-os ao caminho da alfabetização científica e ao seu empoderamento, em que o objeto cognoscível, se torna uma ação presente transformadora da realidade. Dentro do contexto da alfabetização científica, que pode ocorrer de maneiras distintas e, certamente, o modo como ocorre está ligado às condições disponibilizadas e às especificidades do que se investiga, é possível dizer que toda investigação científica envolve um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimento já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação. Assim, em sala de aula, com o objetivo de alfabetizar cientificamente os alunos, devemos estar atentos a habilidades que podem ser agrupadas em três blocos. Chamamos esse conjunto Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica, pois, a nosso ver, esses três eixos são capazes de fornecer bases suficientes e necessárias a serem consideradas no momento da elaboração e do planejamento de propostas de aulas que visem à alfabetização científica.

Partindo de um levantamento na literatura, Sasseron e Carvalho (2008), agrupam as habilidades classificadas como necessárias aos alfabetizados cientificamente, e apresentam os eixos estruturantes da alfabetização científica. O primeiro configura-se na “compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais”; o segundo refere-se à “compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática”; e o terceiro

“compreende o entendimento das relações existentes entre ciências, tecnologia, sociedade e meio ambiente”. No sentido de analisar, em diferentes situações, como estas habilidades estão sendo trabalhadas nas aulas de ciências desde as primeiras séries do ensino fundamental, as autoras propõem indicadores do processo de desenvolvimento da Alfabetização Científica: a seriação de informações serve para estabelecer a base para investigação. A organização de informações organiza os dados referentes ao problema investigado. A classificação de informações ordena os dados segundo as características dos mesmos. O raciocínio lógico é a exposição do pensamento de acordo com a forma como as ideias se desenvolvem. O raciocínio proporcional extrapola a demonstração da estrutura do pensamento abrangendo as relações de interdependência entre as variáveis. O levantamento de hipóteses aponta suposições acerca de um fator problematizador. O teste de hipóteses refere-se às etapas em que as suposições são provadas. A justificativa apresenta-se na garantia de uma afirmação proferida. A previsão indica a sucessão de uma ação ou fenômeno associado a um acontecimento. A explicação trata da relação entre informações e hipóteses levantadas.

4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Um conjunto de atividades de natureza pedagógica e didática baseado em uma problematização - “Há vida lá fora?” - em que os alunos levantam e constroem como resolver o problema de conhecer se há vida fora do planeta Terra. As atividades de conhecimento do Sistema Solar, suas proporções e tamanho, bem como as da origem, evolução e futuro do Universo estão englobadas nas atividades de astronomia, e interação com as atividades biológicas sobre a origem da vida, a vida microbiana em condições extremas e a discussão da abundância do hidrogênio e da molécula de água no Universo. A seguir, é proposto um conjunto de atividades, feitas em grupo de 3 a 5 alunos nos quais irão debater e responder no caderno do aluno, uma sequência didática, organizadas em cinco aulas, de tal forma que o conhecimento é construído paulatinamente. Nesse processo de construção os alunos lançam mão de algumas categorias da alfabetização científica no sentido de referendar os conteúdos elencados. Levando os a adquirir, nesse processo, a apreensão do ferramental a outras atividades de natureza escolar e fora do contexto escolar. Essa atividade foi realizada no mês de abril de 2017, sendo que sua aplicação, juntamente com os materiais utilizados, formará o escopo de análise do processo de discussão dos conhecimentos dos alunos, bem como sua modificação intelectual após a elaboração das atividades.

A sequência didática é constituída de cinco aulas aplicadas no ensino fundamental 2, na 8ª série A da EMEF João Guimarães Rosa, situada no município de São Paulo, na Praça Haroldo Daltro S/N, com 25 alunos, com aulas de 45 minutos de duração. Convém assinalar que o grupo de alunos não é uniforme quanto à frequência às aulas, visto que muitos são ausentes, por diversos motivos, e outros adentraram, via transferência, a unidade escolar recentemente. O plano de aula, em anexo, é composto de cinco aulas, é iniciado com a aula número 1 em que são explorados os conhecimentos prévios dos alunos com relação ao tema astronomia, onde são convidados a reconhecer, no caderno do aluno, o Sistema Solar, a nossa Galáxia, a Via Láctea, o planeta Terra e a superfície aquosa do planeta. A seguir é apresentada a música de Guilherme Arantes, *Planeta Água*, em que contextualiza a necessidade de se preservar a água, sua importância para a comunidade. Os alunos são convidados a responderem, no caderno do aluno, sobre seus entendimentos a respeito da importância da água, ressaltadas na música. Na sequência da atividade, o mediador apresenta aos alunos a molécula de água, H₂O,

enfatizando os dois átomos de hidrogênio e o átomo de oxigênio na sua constituição molecular. A figura do caderno mostra o conjunto de átomos de hidrogênio, carbono, oxigênio e nitrogênio, em que os alunos são convidados a reconhecerem o átomo de hidrogênio como sendo o mais abundante do universo. Uma analogia com a música *Planeta Água* os leva a perceber que o elemento químico hidrogênio está presente nos locais onde há possibilidade de haver vida. Na aula número 2, os alunos observam no caderno o modelo de um espectroscópio caseiro e sua construção, referenciando-o como um elemento de observação do astrônomo para descobrir elementos químicos em outras estrelas, planetas ou exoplanetas. Os alunos iniciam a construção do espectroscópio e na sua finalização o apontam para uma fonte luminosa, observando as cores que aparecem no visor e as relacionando com as cores específicas de cada elemento químico, levando-os a responder, no caderno de alunos, a importância do espectroscópio para o trabalho do astrônomo, bem como da assinatura, cor, de cada elemento químico que existe no universo. Essa atividade foi feita dentro da sala de informática, na qual os alunos pesquisaram na internet a importância do espectroscópio bem como de sua importância no trabalho do astrônomo. Na aula número 3, os alunos, de posse do caderno do aluno, observam o Sistema Solar na Figura 1, bem como a distância de cada planeta ao Sol comparando com a zona habitável do Sistema Solar à de exoplanetas, com suas respectivas distâncias em relação ao Sol e à estrela central, e baseando-se em um texto de apoio a respeito de exoplanetas e a possibilidade de existência de vida microscópica, respondem a um questionário no qual comparam as distâncias relativas da Terra ao Sol bem como as distâncias relativas de exoplanetas em relação a sua estrela, inferindo a possibilidade de uma zona de habitabilidade, configurada na figura 2 da aula 3. Na aula número 4 são apresentadas aos alunos duas luas de planetas do Sistema Solar, Europa, uma das quatro luas galileanas de Júpiter, cujas observações pela sonda *Galileu* revelaram um oceano interior debaixo da sua crosta de gelo, e Titã, maior lua de Saturno que também deve conter água líquida em seu interior. A seguir, solicita-se aos alunos que assinalassem no caderno as devidas comparações entre essas luas e a nossa Lua, o satélite natural da Terra, e discutissem a possibilidade de existência de vida microscópica pelo fato de haver uma grande quantidade de água nessas luas. Na aula número 5, os alunos são convidados, em grupos, a sintetizarem seu aprendizado, em forma de uma dissertação acerca da aplicação da sequência didática e a responderem a questão problematizadora inicial: “Há vida lá fora”? O caderno do aluno,

suas elaborações assim como as respostas de alguns alunos são apresentadas nos anexos.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO

5.1 – UMA REFLEXÃO SOBRE A APLICAÇÃO DAS ATIVIDADES

Assim que terminei as matérias obrigatórias do MPEA, sendo já professor da Escola Estadual Professor Moacyr Campos, Zona Leste de São Paulo, iniciei a aplicação da atividade com os alunos elaborando um blog sobre acontecimentos atuais da astronomia, reuniões semanais com os estudantes interessados e observação com telescópio caseiro, principalmente da Lua e de Vênus, espacialmente realizada no ano de 2014. Essa atividade se mostrou bastante rica em acontecimentos, porém, ainda não estava instrumentalizado do repertório teórico que alavancasse as experiências em sala de aula e dos demais espaços em que o ensino de astronomia se dava. Como parte dos fundamentos teóricos posteriormente trabalhados, está a metacognição, definida de forma ampla como sendo o conhecimento ou atividade cognitiva que toma como seu objeto a cognição ou que regula qualquer aspecto da iniciativa cognitiva (FLAVELL, MILLER & MILLER 1971). Nesse sentido, após uma reflexão acerca do trabalho realizado e por mudança de minha unidade escolar, ensejei a aplicar o projeto em outra escola, a Escola Estadual Professora Maria de Lourdes Assis Aranha, atividades dos alunos em anexo, na região de Itaquera, na qual, em conformidade com o professor de ciências, aplicamos uma sequência didática em que a aprendizagem dos conteúdos ficaria centrada no aluno numa abordagem sociointeracionista construtivista. As atividades foram aplicadas com grande diversidade de materiais, mas a abordagem pairou em aulas tradicionais, conteudistas, em que o aluno não foi o principal autor de sua aprendizagem. Quero ressaltar aqui que a experiência com a turma foi bastante enriquecedora e que em conformidade com o referencial adotado por mim na dissertação, referendada no escopo de uma sequência didática onde iria inferir índices e indicadores de alfabetização científica no decorrer das atividades, poder-se-ia também construir uma dissertação fundamentada nesse referencial teórico e com esses dados.

Como estava matriculado no curso de licenciatura em ciências da USP e já o estava terminando, consegui um aporte teórico, dado pela grade curricular da FEUSP, onde estudávamos a questão da sequência didática e as bases do ensino de ciências

por investigação. Paralelamente, também me aprofundei nas questões teóricas e textuais da astrobiologia. De posse desse material e ferramental teórico e tendo concluído o curso de licenciatura em ciências, planejei e apliquei em uma escola, a atual, onde juntamente com a professora de ciências Maria Helena Pereira, que disponibilizou suas aulas e colaborou nas atividades propostas do caderno do aluno. Após a aplicação das atividades do caderno do aluno e no processo de reflexão e reelaboração das atividades, remodelei o caderno para uma versão final devido ao andamento e à dinâmica da sala de aula. Esse novo caderno está localizado nos anexos. Nesse sentido, como resultado qualitativo da aplicação da sequência didática tem-se o caderno do aluno, versão final, bem como viabiliza o produto para que o professor, em algum momento, possa aplicar ou mesmo reelabora-la. Também coloco à disposição desse trabalho as atividades dos alunos da Escola Estadual Maria de Lourdes de Assis Aranha representada pelas turmas da sétima série C e sétima série D, turno tarde, que juntamente com o professor de biologia Rubens Xavier elaboraram um conjunto de atividades apresentadas nos anexos desse trabalho. A questão da zona habitável apresentada no caderno do aluno, como os planetas do sistema solar que possam ser potencialmente habitados, foi resumida em duas figuras: uma do Sistema Solar e outra do Sistema Gliese, no qual o planeta Gliese 581c foi o primeiro exoplanetas a ser identificado dentro da zona habitável de uma estrela.

5.2. LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS DOS ALUNOS SOBRE ASTROBIOLOGIA.

No início da aplicação da SD o aluno é questionado sobre seus conhecimentos prévios de astronomia e astrobiologia. A tabela abaixo quantifica essa relação de conhecimento, bem como a relaciona com os indicadores de alfabetização científica, que estão em processo durante a aplicação da atividade.

TABELA 2- INDICADORES DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

Questões	Respostas: Alunos 8ª A	Indicadores de Alfabetização Científica observados
Você já ouviu falar de Astrobiologia?	Não: 14 Sim: 03	
Se sim, onde?	Escola: 01 Internet: TV: 02	
Em sua opinião por que há vida em um planeta e em outro não há?	04 Não responderam 12 Porque há água e oxigênio 01 Tem oxigênio 02 Temperaturas boa	Explicação, hipóteses e justificativas.
Com relação às figuras do caderno do aluno: sistema solar com os planetas, galáxia e vida:	06 Não responderam 13 Reconheceram as figuras.	Classificação e seriação de informações.
Com relação ao tema central da música de Guilherme Arantes "Planeta água":	05 não responderam 14 reconheceram a água como tema principal da música	
Com relação ao elemento químico mais abundante do universo.	07 responderam hidrogênio 02 responderam oxigênio 10 não responderam	Classificação e organização das informações.
Se existirem seres Vivos em outros Planetas, como você imagina que eles Seriam? Use o espaço Abaixo para desenhá-los	14 responderam imagens Antropomorfos 05 não responderam	Raciocínio lógico
Na sua opinião, quais elementos que esses seres utilizariam para a sua sobrevivência?	01: tecnologia 13: água, alimento e oxigênio. 05: Não responderam	Raciocínio logico,

5.3 – CONSTRUÇÃO DOS ESPECTROSCÓPIO EM SALA DE AULA

Nessa atividade, os alunos se organizaram em grupos. De posse de cartolina preta, tesouras, fita crepe, durex e CDs antigos, produziram, conforme desenho do caderno de alunos, um espectroscópio. Este, quando voltado para a lâmpada de espectro contínuo, projetava diversas cores no interior do canudo. Este resultado proporcionou o entendimento dos alunos no sentido de fazer uma analogia com a linha espectral que cada elemento químico tem e, principalmente, fazer a correlação com a linha espectral do elemento químico hidrogênio, o mais abundante do universo, o que denotaria regiões de água e também a possibilidade da existência de algum tipo de vida. A seguir os alunos responderam ao questionário no caderno do aluno.

TABELA 3 – ESPECTROSCÓPIOS E INDICADORES

Questões	Respostas: Alunos 8ª A	Indicadores de Alfabetização Científica
Qual o instrumento que o astrônomo utiliza para verificar o espectro dos elementos químicos?	14 responderam espectroscópio 05 não responderam	Organização das informações e seriação
Em sua opinião cada elemento químico tem um espectro?	14 responderam sim 05 não responderam	Seriação e organização das informações
O espectroscópio é um instrumento utilizado pelo astrônomo?	14 responderam sim 05 não responderam	Seriação e organização das informações

5.4 – PESQUISA NA SALA DE INFORMÁTICA

Tema da pesquisa: espectro de elementos químicos e zonas potencialmente habitáveis e suas características. A sala de informática da escola é bastante ampla e equipada para permitir que cada aluno utilize um computador. Um site anotado no quadro negro deve ser visitado, bem como construir um espectroscópio e entender como os cientistas descobrem a composição química dos elementos. A seguir, os

alunos olharam figuras de zonas potencialmente habitáveis no Google, relacionando-as com o espectroscópio e sua utilidade. Foi realizada uma dinâmica entre os alunos, divididos em grupos, após observarem os sites na internet, para socializarem com os demais colegas o que descobriram de mais importante nas suas observações. Consenso geral de todos os grupos à questão:

Quais os principais instrumentos de trabalho do astrônomo?

Todos os grupos responderam (anexos): telescópios e o espectroscópio IAC organização e seriação das informações
--

5.5. ZONAS POTENCIALMENTE HABITÁVEIS.

Nessa atividade, os alunos receberam o caderno do aluno e começaram a responder as questões sobre zonas potencialmente habitáveis, interpretando as figuras do nosso Sistema Solar e comparando a zona habitável de nosso sistema solar com a zona habitável de Gliese 581, seguidas de um texto da mídia sobre a descoberta de um novo sistema solar com sete planetas do tamanho aproximado da Terra, distando cerca de 40 anos-luz de nós, e orbitando uma estrela anã vermelha.

TABELA 4 – INDICADORES E ZONA DE HABITABILIDADE

Questões	Respostas: Alunos 8ª A	Indicadores de Alfabetização Científica
Localize a Terra e o maior planeta o sistema solar	14 Localizaram a Terra e Júpiter 05 não responderam	Seriação das informações
Com relação à fig. 2, observe os exoplanetas semelhantes à Terra e veja sua localização em relação à distância do seu Sol.	13 Localizaram a faixa azul como potencial/ habitáveis 06 não responderam	Organização das informações
Analise as 2 figuras bem como a reportagem da NASA e explique por que a vida pode se desenvolver em uma região potencialmente habitável	05 não responderam 11 responderam água e clima favorável 03 responderam devido ao calor	Previsão e explicação
Analise a figura 3 (Europa, lua de Júpiter) e responda: como você poderia explicar o surgimento da vida nessa lua?	04 não responderam 15 responderam pela quantidade de água	Explicação e justificativa
Veja a fig. 4 (Titã, lua de Saturno) Responda: Há possibilidade de evolução de vida nessa lua?	01 talvez 04 não responderam 10 responderam sim 04 responderam não	I
Cite diferenças entre essas luas e a Lua de nosso planeta	16 a nossa lua não tem água 03 não responderam	Seriação e organização das informações
Nas fig. 3 e 4, pode-se dizer que são potencialmente habitáveis para a vida?	13 responderam sim 01 respondeu não 01 respondeu talvez 04 não responderam	Raciocínio lógico, explicação e previsão

5.6. SINTETIZANDO A ATIVIDADE

Nessa atividade final, os alunos socializam entre si a discussão do texto final e cada um escreve o que entendeu da atividade aplicada. Com “A” significando aluno, numeramos de 1 a 19 as respostas à questão final do texto, envolvendo e fazendo referência à questão problematizadora central “Há vida lá fora?”.

TABELA 5 – INDICADORES E QUESTÃO PROBLEMATIZADORA

Alunos	Respostas: Alunos 8ª A	Indicadores de Alfabetização Científica
A 1	Há vidas sim em outros planetas, porém, não desenvolvidas.	Previsão e explicação
A 2	Eu aprendi que pode ter vida fora da Terra e etc.	Sem índice de AC
A 3	Onde tem água, podemos sobreviver.	Sem índice de AC
A 4	Eu aprendi que pode ter vida em outros planetas, porém, microscópica.	Previsão e explicação
A 5	Amei onde tem água, podemos sobreviver.	Sem IAC
A 6	Há vida em outros planetas por causa da água oxigênio 10 não responderam	Previsão, explicação e justificativa
A 7	Há vida sim em outros planetas porque existe água mais não desenvolvida	Previsão, explicação
A 8	Eu entendi que os astrônomos usam várias máquinas para descobrir vida fora da Terra	Raciocínio lógico, explicação e previsão
A 9	A vida está nos planetas	Sem índice de AC
A 10	Talvez, pois não se tem prova de que há condição de vida, não há possibilidade de ter vida num lugar que tem a temperatura muita alta ou baixa, pois é uma questão de ter paciência para os cientistas pesquisarem.	Explicação e justificativa
A 11	Eu acho que é sim possível ter vida microbiana principalmente pode estar se formando na água, como nossa evolução, eu aprendi que é possível que exista vida em outro planeta se a temperatura for favorável, e o que os cientistas descobrem os planetas com os espectroscópios, pois com eles consegue detectar e presença de hidrogênio.	Previsão, explicação e justificativa.
A 12 a A 19	Não responderam	Sem IAC

Dentro do contexto da atividade, desde o seu início, observei que os alunos responderam no caderno do aluno às questões formuladas, dentro de um viés de construção de seus significados acerca do problema levantado - “há vida lá fora?” - em que a construção do conhecimento foi se dando paulatinamente, revelando, no processo, os indicadores de alfabetização científica elencadas nas tabelas acima. Nesse sentido, a atividade se desenvolveu em sala de aula em um ambiente discussional, onde a mediação estava a cargo do docente que aplicava a atividade. Particularmente, na

segunda aula foi aplicada a reelaboração do caderno do aluno, em que os mesmos se dirigiram à sala de informática e confeccionaram os espectroscópios, bem como observaram as zonas potencialmente habitáveis em figuras e sites de exoplanetas.

Tal atividade se mostrou fundamental para o embasamento da resolução do problema em que a maioria dos alunos participaram de sua elaboração e responderam à questão de como astrônomo trabalha para descobrir elementos químicos em outros planetas. As hipóteses iniciais dos alunos, elemento de IAC, acerca de prováveis habitantes extraterrestres, com seus desenhos representando formas antropomorfas, foram substituídas pelos seus entendimentos de que pode haver vida microscópica em exoplanetas devido à questão da existência de água, bem como de seu entendimento de que o elemento químico hidrogênio é o mais abundante do universo.

TABELA 6 – EVOLUÇÃO TEMPORAL DOS INDICADORES

IAC	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5
Organização	X	X	X	X	X
Seriação	X	X	X	X	X
Hipóteses	X	X	X	X	X
Teste de Hipóteses	0	X	X	0	0
Raciocínio Logico	X	X	X	X	X
Raciocínio Proporcional	0	X	X	X	X
Justificativa	0	0	0	X	X
Previsão	X	X	X	X	X

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação desta sequência didática na Escola Municipal nos levou a perceber que os alunos do Ensino Fundamental envolveram-se com as investigações e as discussões propostas. As argumentações estabelecidas durante as atividades em sala de aula se mostraram bastante satisfatórias, uma vez que não se restringiram somente a afirmações simples, mas, muitas vezes, apareceram ligadas a justificativas e julgamentos logicamente construídos. Fazendo-se uma análise temporal de evolução da aprendizagem dos alunos no decorrer da aplicação das atividades, reunidas em cinco aulas, foi observado dentro do escopo de categorias de indicadores de alfabetização científica, uma evolução paulatina, por parte dos alunos com relação a um melhor entendimento do conteúdo e da proposta ministrado pelo caderno do aluno.

Vale notar que as discussões levaram os alunos a usar as habilidades próprias do “fazer científico”, que aqui denominamos de Indicadores da Alfabetização Científica (IAC). Esse fato nos demonstra que os alunos participantes destas discussões estão em processo de se alfabetizarem cientificamente e, portanto, as aulas aqui analisadas foram capazes de inseri-los em discussões próprias das ciências.

Outra observação que merece destaque neste nosso trabalho é o fato de que as atividades propostas suscitaram discussões nas quais foi possível aos alunos construir relações entre os conhecimentos das ciências na sala de informática, construção do espectroscópio, as tecnologias associadas a estes saberes e as consequências destes para a sociedade e o meio ambiente.

A análise das concepções sobre dos alunos envolvidos no desenvolvimento de uma proposta de organização do caderno do aluno para as aulas de astrobiologia para o Ensino Fundamental 2, revelou, na relação dialética e pautada no diálogo entre os sujeitos, o movimento e as transformações das concepções individuais e coletivas. A estruturada sobre conteúdo específicos e fragmentados, o ensino dessa área, na perspectiva do STEAM, passou a ser considerado e compreendido pela integração entre as disciplinas para que, por meio de práticas mais ativas, objetiva a formação integral do aluno.

Partindo do pressuposto de que somente, ao se apropriar e compreender a

realidade é possível humanizá-la (MORETTI, 2001), o movimento entre o indivíduo e o grupo, pautado na reflexão, deve ser compreendido como o desencadeador de novos sentidos na apropriação do objeto da atividade, impregnando de significados mais humanos.



Figura 23 - Grafite do aluno Alan 1º série A do ensino Médio E. E. Moacyr Campos - Brasil

Pelas análises dos resultados, percebeu-se o grande repertório de indicadores de alfabetização científica que foi utilizado pelos alunos. Na primeira aula da sequência didática, notou-se a formulação de hipóteses por todos os alunos, sem exceção, quando desenhavam formas antropomorfas de possíveis habitantes de outros planetas. No decorrer das atividades e com o fechamento das aulas, a maioria, utilizando a previsão e a justificativa, já colocava como seres habitantes de outro planeta os de categoria microscópica devido à questão de haver água para sua habitabilidade. Fato esse importante, pois desconstrói a ideia de seres semelhantes aos humanos, tão viabilizados pela mídia e meios de comunicação. Ou seja: do ponto de vista do fazer ciência e tentar entender o mundo das ciências, a maioria dos alunos chegou a essa conclusão como resultado das discussões e dos aportes tecnológicos viabilizados durante as atividades.

No decorrer da aplicação da atividade, viu-se a utilização da organização e

seriação por parte dos alunos como uma importante ferramenta cultural de coleta de dados para a resolução do problema.

Nesse sentido, a aplicação da sequência didática, materializada no caderno do aluno e do apoio ao professor, constitui-se em um importante ferramental cultural de ensino-aprendizagem no que diz respeito aos alunos, e um refletir acerca da atividade pedagógica do docente, em que este pode, na aplicação da atividade, fazer uma reflexão sobre o desempenho de sua prática escolar. Particularmente, essa prática de descobrir vidas fora de nosso sistema solar engendra uma discussão tecnológica, em que os alunos se engajam nas questões culturais e tecnológicas de avanços na sociedade, permitindo-lhes um letramento científico no sentido de se acompanhar as notícias da mídia comunicacional e detectar seus erros e imprecisões. Esse caráter da atividade reforça o que os Parâmetros Curriculares Nacionais ensinam sobre a formação do aluno inserido em uma sociedade tecnológica.

A sequência didática ora aplicada com os alunos se consubstanciou em uma apropriação do ferramental cultural apresentado, contribuindo assim para o entendimento da proposta e do conjunto de atividades. A presente atividade pode ser aplicada no ensino fundamental 2, no ensino médio e também em cursos de graduação de ciências biológicas, ciências ou física, geologia ou química, respeitando os conteúdos em cada nível de ensino, porém, mantendo-se a interdisciplinaridade na sua abordagem em consonância com os avanços tecnológicos e suas aplicações e implicações à sociedade.

“Estudar é ver a vida” Estudar é exercício de visão

Para aprender o mundo de frente Pois somente com educação

A vida será diferente

Estudar é ver a vida

E compreender sua variação Para o sentir da missão cumprida

Que sempre é moldada pela boa educação

Para ver a vida temos que estudar Com alegria e entendimento

Para de repente vivenciar

A magia de cada pensamento

Educar é estimular sentimentos E criar a boa imaginação

Poemas Pedagógicos -Por Djacyr De Souza

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, P. C. A.; BIAJONE, J. **Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação**. Educação e pesquisa, v. 33, n. 2, p. 281-295, 2007.
- ARANTES, G. **Planeta água**, 1997.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BEHRENS, M.A. **A prática pedagógica e o desafio do paradigma emergente**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília, v. 80, n. 196, p. 383- 402, dez. 1999.
- BEHRENS, M. A. e THOMÉ OLIVARI AL. **A evolução dos paradigmas na educação: do pensamento científico tradicional a complexidade**. Revista Diálogo Educacional, v.7, p. 53-66, 2007.
- BEHRENS, M. A. **O paradigma da complexidade na formação e no desenvolvimento profissional de professores universitários**. Revista Educação, Porto Alegre, v.3, p. 439-455, 2007
- BENNER, S. **Defining life**. Astrobiology, v. 10, p. 1021 – 1030, 2010.
- BRAZELTON, W. J.; SULLIVAN III, W. T. **Understanding the nineteenth century origins of disciplines: lessons for astrobiology today?** International Journal of Astrobiology, v. 8, p. 257–266 , 2009.
- BLUMBERG, B. S. **The NASA Astrobiology Institute: early history and organization**. Astrobiology, v.3, p. 463–470, 2003.
- BONFILS, X, et al. **The HARPS search for southern extra-solar planets XXXI. The M-dwarf sample**. Astronomy & Astrophysics, vol. 549, id.A109, 2013.
- BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2008.
- BORGES, C. **Saberes docentes: diferentes tipologias e classificações de um campo de pesquisa**. Educação & Sociedade, Campinas, v.22, n.74, p.59-76, 2001.
- BRASIL SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico**. Ciência & Educação, v. 10, n.

3, p. 363-381, 2004.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social.** Revista Brasileira de Educação, v. 8, n. 22, 2003.

CORRÊA, A. L.; SILVA, P. R.; MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A.M.A. **Aspectos históricos e filosóficos do conceito de vida: contribuições para o ensino de biologia.** Filosofia e História da Biologia, v. 3, p. 21-40, 2008.

COUTINHO, F. A. **Construção de Um Perfil Conceitual de Vida.** 183 f. Tese de Doutorado em Educação, Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005. DE VERA, J.P., et al., Survival potential and photosynthetic activity of lichens under Mars-like conditions: a laboratory study. Astrobiology, v. 10, p. 215–227, 2010.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências. 2ª edição.** São Paulo: Editora Cortez, 1994. DES MARAIS, D.J.; et al. Remote Sensing of Planetary Properties and Biosignatures on Extrasolar Terrestrial Planets. Astrobiology, v. 2, p. 153-181, 2002. DES MARAIS, D.J., et al. The NASA Astrobiology Roadmap. Astrobiology, v. 8, p. 715-730, 2008.

EMMECHE, C.; EL-HANI, C. N. 2000. **Definindo Vida.** In: EL-HANI, C. N. e VIDEIRA, A. A. P. (Orgs.), pp. 31-56- Rio de Janeiro: Relume Dumará.

FERREIRA, R. D. S.; MATHIAS, M. O. J. M. **Investigando um Possível Confronto Entre a Hipótese Criacionista e Teoria Evolucionista Para a Origem da Vida.** Revista Eletrônica de Biologia, v. 4, n.1, p. 1-13, 2011.

Flavell, J.; Wellman, H. Metamemory. In: R. V. Kail & J. W. Hagen (Ed.), **Perspective on the development of memory and cognition** (p. 3-33). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1977

FORVEILLE, T., et al. The HARPS search for southern extra-solar planets XXXII. Only 4 planets in the Gl-581 system. ArXiv:1109.2505, 2011.

FRIAÇA, A.C.S. Subjetividade no reconhecimento da vida no universo. Rev. Brasil. Psicanálise, v. 44, n. 3, p.93-104, 2010.

FRIAÇA, A.C.S. The mother of all revolutions. MPA5007 - **Conceitos Fundamentais em Astrobiologia. Notas de Aula.** 2015a. Disponível em: http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/mpa5007_notas/02mpa5007.ppt. Acesso em 28/07/2017.

FRIAÇA, A.C.S. **Transdisciplinarity and astrobiology.** MPA5007 - Conceitos Fundamentais em Astrobiologia. Notas de Aula. 2015b. Disponível em:

http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/mpa5007_notas/03mpa5007.ppt Acesso em 28/07/2017.

FRIAÇA, A.C.S. **What is Astrobiology? AGA 0316** – A vida no contexto cósmico. Notas de Aula. 2017a. Disponível em: http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/aga0316_notas/17aga0316_exoplanets.ppt Acesso em 28/07/2017.

FRIAÇA, A.C.S. **Exoplanetas. AGA 0316** – A vida no contexto cósmico. Notas de Aula. 2017b. Disponível em: http://www.astro.iag.usp.br/~amancio/aga0316_notas/01aga0316_whatsastrobiology.ppt Acesso em 28/07/2017.

FRIAÇA, A.C.S.; JANOT-PACHECO, E. **Life in the cosmic context. An astrobiology course as an experiment in Transdisciplinarity.** Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica. vol. 44, p. 127. Instituto de Astronomía Distrito Federal, México. 2014.

FOSTER, J. S.; DREW J. C. **Astrobiology undergraduate education: Students' knowledge and perceptions of the field.** *Astrobiology*, v.9, p. 325–333, 2009.

GAUTHIER, C. **Por uma teoria da Pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente.** Ijuí: Unijuí, 1998.

GLEISER, M. **Criação imperfeita: cosmo, vida e o código oculto da natureza.** 4ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2010.

KASTING J. F.; WHITMIRE, D. P.; REYNOLDS, R. T. **Habitable Zones around Main Sequence Stars.** *Icarus*, vol. 101, n. 1, p. 108-128. 1993.

KASTING J. F. **Habitable Zones around Low Mass Stars and the Search for Extraterrestrial Life.** *Origins of Life and Evolution of the Biosphere*, vol. 27, n.1/3, p. 291-3107. 1997

KRASILCHIK, M. **Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências.** *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KUHN, T. S. **The Structure of Scientific Revolutions.** Chicago: University of Chicago Press, 1970.

KRASILCHIK, Myriam. **Caminhos do ensino de ciências no Brasil.** *Em Aberto*, v. 11, n. 55, 1992.

KRASILCHIK, Myriam. **Ensino de ciências e a formação do cidadão.** *Em aberto*, v. 7, 1988.

KUENZER, A. **As políticas de formação: a constituição da identidade do professor sobrando.** *Revista Educação e Sociedade*, Campinas, n. 68, p. 163- 183 dez. 1999.

- LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. 2009. 370 f. 2009. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.
- LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental**. 240 folhas. Dissertação de Mestrado em Educação para Ciência. Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2004.
- LANGHI, R.; NARDI, R. **Articulações nacionais para a educação em astronomia**. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2011 – Manaus, AM. 207
- LANGHI, R.; NARDI, R. **Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da astronomia**. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 2, p. 75- 92, 2005.
- LANGHI, R.; NARDI, R. **Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental**. Revista Ensaio, v.12, n. 2, p. 205-224, maio/ago 2010.
- LINEWEAVER, C. H.; FENNER, Y.; GIBSON, B. K. **The Galactic Habitable Zone and the Age Distribution of Complex Life in the Milky Way**. Science, vol. 303, n. 5654, p. 59-62. 2004.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte. vol.3, n..1, 37-50. 2001.
- MACIEL, W. J. **Formação dos elementos químicos**. Revista USP, n. 62, p. 66- 73, jun./ago 2004.
- MARQUES, D. M. C.; LUZ, G. O. F. **Fundamentação em ciências: uma proposta para debate e ação**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 5, n. 3, p. 174-189, 2008.
- MARTINS, A. F. P. **Ensino de Ciências: Desafios à formação de professores**. Educação em Questão. Natal, v. 23, n.9, p. 53-65, 2005.
- MAYOR, M.; QUELOZ, D. **A Jupiter-mass companion to a solar-type star**. Nature, v. 378, p. 355-359, 1995.
- MAYOR, M., et al. **The HARPS search for southern extra-solar planets XVIII. An Earth-mass planet in the GJ 581 planetary system**. Astronomy and Astrophysics, vol. 507, p. 487–494, 2009.
- MENEZES, L. C. **A Matéria: Uma Aventura do Espírito**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.

- MIX, L. J. **The astrobiology primer: an outline of general knowledge.** Astrobiology, v.6, p. 735–813, 2006.
- MONTEIRO, A. M. F. C. **Professores: entre saberes e práticas.** Educação & Sociedade, Campinas, v.22, n.74, p.121-142, 2001.
- MORIN, E. **Introdução ao Pensamento Complexo.** 4ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2011. 120 p.
- MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** São Paulo: UNESCO, Editora Cortez, 1999.
- MORIN, E. **Rumo ao abismo?** 1ª Ed. Cidade: Bertrand Brasil, 192p. 2011.
- MORIN, E.; CIURANA, E.R.; MOTTA, R.D. **Educar na era planetária.** São Paulo: Cortez, 2003.
- MORIN, E.; KERN, A.B. **Terra-pátria; tradução de Paulo Neves da Silva,** 6a ed. Porto Alegre: Ed Sulina, 2011.
- MORTIMER, E. F. **Conceptual Change or Conceptual Profile Change?** Science and Education, 4 267-285.
- MORTIMER, E.F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?** Investigações em Ensino de Ciências, 1(1):20-39.
- NASA. **Nasa Astrobiology Institute – NAI. About Astrobiology.** Ago. 2012. Disponível em: <<https://astrobiology.nasa.gov/about-astrobiology/>>. Acesso em 06 junho 2017.
- NASA. Missions – Lunar Reconnaissance Orbiter. Apollo 12 and Surveyor 3. Set. 2009. Disponível em: <https://www.nasa.gov/mission_pages/LRO/multimedia/lroimages/lroc_20090903_apollo12.html#.V5DbLbgrLIU>. Acesso em 06 junho 2017.
- NASA. **Earth's Moon. New NASA Study Reveals Origin of Organic Matter in Apollo Lunar Samples.** Acesso em 06 junho 2017: <<http://www.nasa.gov/feature/goddard/new-nasa-study-reveals-origin-of-organic-matter-in-apollo-lunar-samples>>. Acesso em 06 junho 2017.
- NEITZEL, C. L. V. **Aplicação da astronomia ao ensino de física com ênfase em astrobiologia.** 109 f. Dissertações de Mestrado em Ensino de Física, Instituto de Física- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2006.
- NUNES, C. M. F. **Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira.** Educação & Sociedade, Campinas, v.22, n.74, p.27-42, 2001.
- OFFERDAHL, E.G.; MORROW, C.A.; PRATHER, E.E.; SLATER, T.F. **Journey across**

the disciplines: a foundation for scientific communication in bioastronomy.

Astrobiology, v.5, p.651– 657, 2005.

OMAROV, T.B.; TASHENOV, T. **Tikhov's astrobotany as a prelude to modern astrobiology. Perspectives in Astrobiology (NATO Science Series, Series I, Life and Behavioural Sciences)**, ed. Hoover, R.B., Rozanov, A.Y. & Paepe, R., pp. 86–103. IOS Press, Amsterdam, Washington, DC. 2005.

PAULINO-LIMA, I.G.; LAGE, C.A.S. **Astrobiologia: definição, aplicações, perspectivas e panorama brasileiro. Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 29, no.1, p.14-21, 2010.

PEREIRA, F.A. **Astrobiologia: vida no cosmos**, 6ª ed. revisão atualizada, São Paulo: Traço, 1987.

PEREIRA, F.A. **Introdução à Astrobiologia**. São Paulo: José Olympio, 1958.

PERRYMAN, M.A.C. **Extra-solar planets. Rep. Prog. Phys.** vol. 63, p. 1209– 1272, 2000.

PRATHER, E. E.; SLATER, T. F. **An Online Astrobiology Course for Teachers. Astrobiology**, v. 2, 2002.

RAMPINO, M. R.; CALDEIRA, K. **The Goldilocks Problem: Climatic Evolution and Long-Term Habitability of Terrestrial Planets. Annual Review of Astronomy & Astrophysics**, vol. 32, p. 83-114, 1994.

RODRIGUES F.; GALANTE D.; PAULINO LIMA I. G.; DUARTE R. T.D.; FRIAÇA A. C.S.; LAGE C.; PACHECO E. J ; TEIXEIRA R.; JORGE E. H., **Astrobiology in Brazil: early history and perspectives. International Journal of Astrobiology**, 2012.

ROTHSCHILD, L. J.; MANCINELLI, R. L. **Life in extreme environments. Nature**, vol. 409, n. 6823, p. 1092-1101. 2001.

SAGAN, C. **The Radiation Balance of Vênus**. NASA Technical Report No. 15 de setembro de 1960.

SANTOS, C. M. D.; ALABI, L. P.; FRIAÇA, A. C. S.; GALANTE, D. **On the parallels between cosmology and astrobiology: a transdisciplinary approach to the search for extraterrestrial life. International Journal of Astrobiology**, vol. 15, n. 4, p. 251-260. 2016.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação**

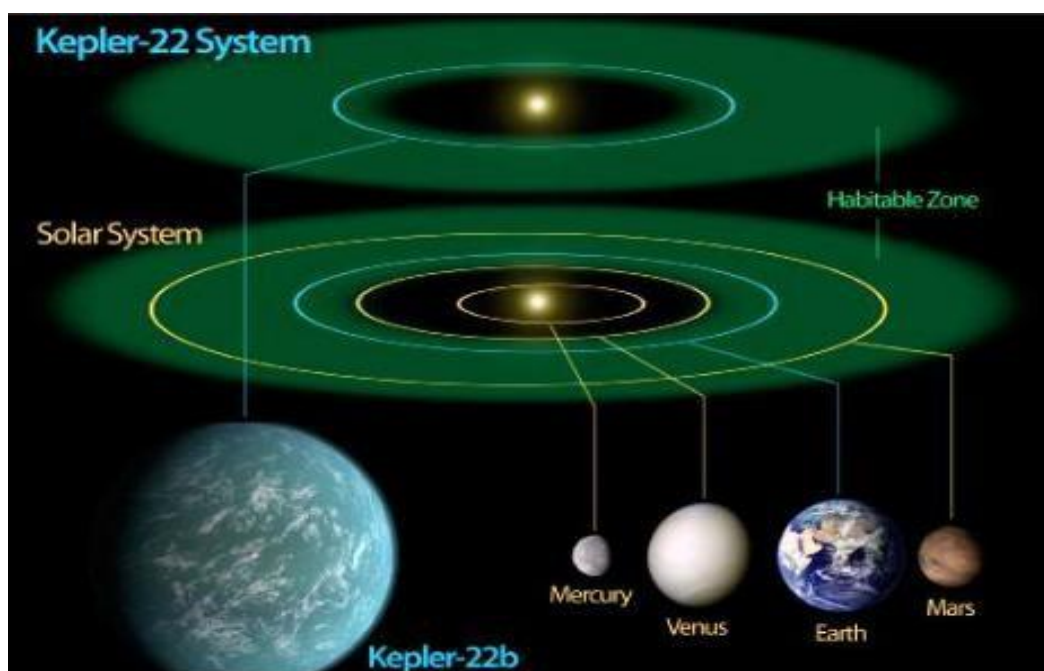
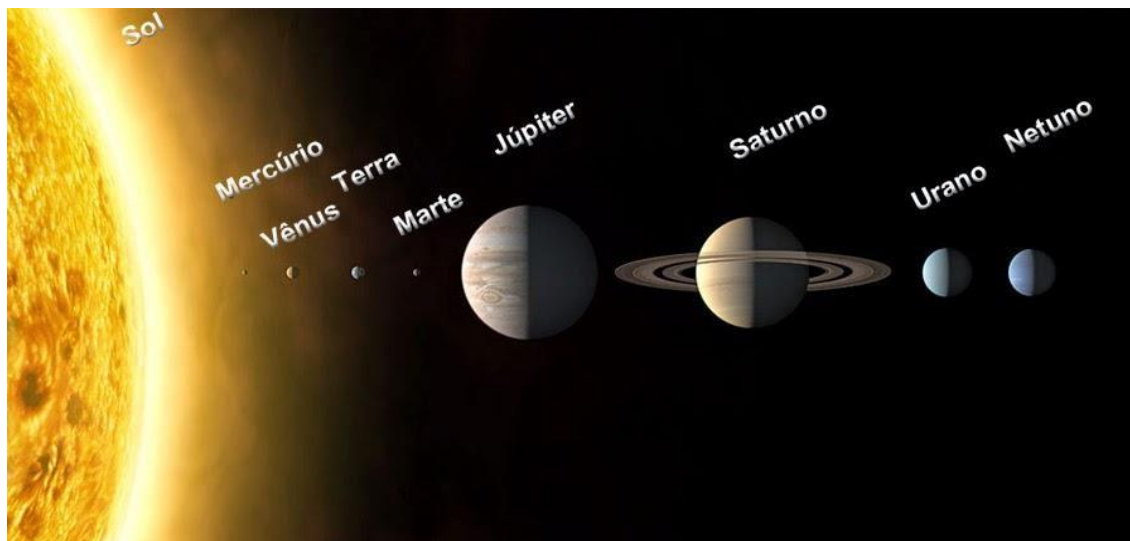
- brasileira. ENSAIO** - Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, n. 2, p. 1– 23. 2002
- SILVA, L.H. A.; SCHNETZLER, R.P. **Buscando o caminho do meio: a “sala de espelhos” na construção de parcerias entre professores e formadores de professores de ciências**. Revista Ciências & Educação, v.6, n.1, p.43-54, 2000.
- SOUSA, David A., PILECKI, Tom. **From STEM to STEAM**. Londres: Corwin Press, 2013.
- STANLEY, J.T. **Astrobiology, the transcendent science: the promise of astrobiology as an integrative approach for science and engineering education and research**. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 14, p. 347–354, 2003.
- TARDIF, M. **Saberes docentes e formação de professores**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- THIESEN, J. S. **A interdisciplinaridade como um movimento de articulação no processo ensino-aprendizagem**. PerCursos, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 87-102, Jan. - jun. 2007
- TIKHOV, G. A., **Astrobiotany**. Alma Ata: Kazakhstan SSR Academy of Sciences Press. 1949
- TIKHOV, G. A., **Astrobiology**. Moscou: Molodaya Gvardia, 1953.
- TIRARD S.; MORANGE M.; LAZCANO A. **The definition of life: a brief history of an elusive scientific endeavor**. *Astrobiology*. v. 10, p. 1003–1009, 2010.
- UDRY, S. et al. **The HARPS search for southern extra-solar planets XI. Super- Earths (5 & 8 M_Earth) in a 3-planet system**. *Astronomy and Astrophysics Letters*, vol. 469, p. L43–L47, 2007.
- VOGT, S. S., et al. **The Lick-Carnegie Exoplanet Survey: A 3.1 M_Earth Planet in the Habitable Zone of the Nearby M3V Star Gliese 581**. *The Astrophysical Journal*, vol. 723, p. 954–965, 2010.
- WILSON, E. O.; KORYTOWSKI, I. **A unidade do conhecimento: consiliência**. Campus, 1999.
- WOLCZCZAN, A.; FRAIL, D. A. A planetary system around the millisecond pulsar PSR1257+12. *Nature*, v. 355, p. 145-14, 1992.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Astrobiologia Há vida lá fora?

CADERNO DO ALUNO E ORIENTAÇÕES PARA O EDUCADOR





AULA 1

Um olhar para essas figuras



Você observa que estamos nos localizando no universo.



Quando partimos para observarmos nosso planeta, a Terra, verificamos que ele está inserido dentro de um contexto maior no universo.



Nas próximas aulas vamos observar bem o nosso endereço e, baseados em conhecimentos de astronomia e de seres vivos, iremos formular hipóteses e explicações de condições de surgimento da vida.

Primeiras ideias

Para organizarmos nossas ideias sobre o tema que estamos estudando, vamos registrá-las respondendo as questões abaixo.

1. Observe as fotografias da página anterior. O que elas representam pra você?

2. Em sua opinião, por que há vida em um planeta e em outros não há?

3. Escolha um título para cada fotografia.

4. Você já ouviu falar sobre astrobiologia?

5. Se já ouviu falar, onde foi que ouviu? (Rádio, TV, cinema, escola. Internet, jornais, etc.)

6. Se existirem seres vivos em outros planetas, como você imagina que eles seriam? Use o espaço abaixo para desenhá-los.

7. Na sua opinião, quais elementos que esses seres utilizariam para a sua sobrevivência?

Vamos ouvir uma música

Preste atenção na música e acompanhe sua execução lendo a letra.

Planeta Água

Guilherme Arantes

Água que nasce na fonte serena do mundo E que

abre um profundo grotão

Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão

Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão Águas que

banham aldeias e matam a sede da população

Águas que caem das pedras no véu das cascatas, ronco de trovão E

depois dormem tranquilas no leito dos lagos, no leito dos lagos Água dos

igarapés, onde lara, a mãe d'água, é misteriosa canção

Água que o sol evapora, pro céu vai embora, virar nuvem de algodão Gotas

de água da chuva, alegre arco-íris sobre a plantação

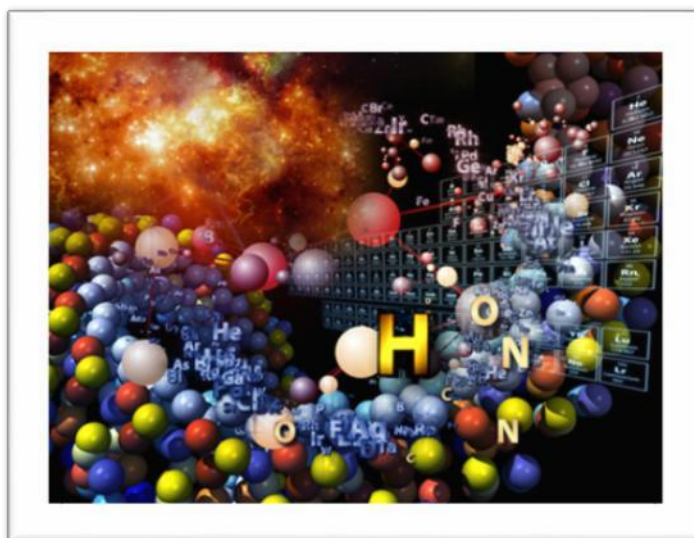
Gotas de água da chuva, tão tristes, são lágrimas na inundação

Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão

E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra Terra,
planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água Água que
nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão Águas que
banham aldeias e matam a sede da população
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão E
sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra
Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água Terra,
planeta água, Terra, planeta água, Terra planeta água.

Agora que você ouviu a música, leia e interprete esse texto no qual o elemento químico hidrogênio é o átomo mais abundante do Universo.

O elemento químico mais abundante no Universo é o hidrogênio (H). Estima-se que ele constitui 75% da massa de toda matéria e que representa 93% dos átomos do cosmo. Ele é também o elemento químico mais simples e mais leve, com apenas um próton no núcleo e um elétron em sua eletrosfera.



Destaque do elemento químico hidrogênio (H) na tabela periódica

Interpretando a canção e o texto

Agora que já ouvimos a música e interpretamos o texto, responda algumas questões:

1. Segundo a letra da música, quais são os principais temas abordados na letra?

2. Qual a principal mensagem na interpretação do texto?

3. Segundo o texto e a música, qual o elemento químico mais abundante no Universo e que compõe a molécula de água (H₂O)?

4. Sobre a música (Planeta água, de Guilherme Arantes) assinale a alternativa correta.

- A) O autor ressalta a importância que banha as aldeias e mata a sede da população.
- B) O autor não vê a importância da água para a população.
- C) O autor descreve a poluição dos rios.
- D) O autor não vê a importância da água para o planeta.

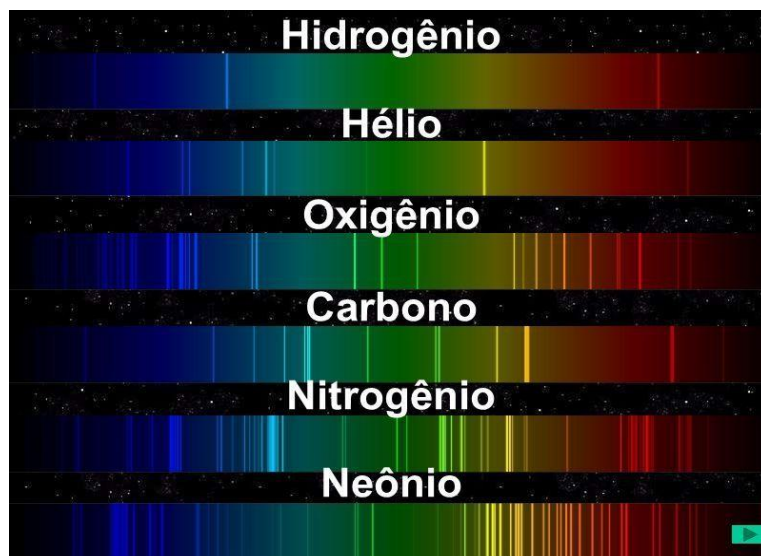
AULA 2

Aprofundando mais...

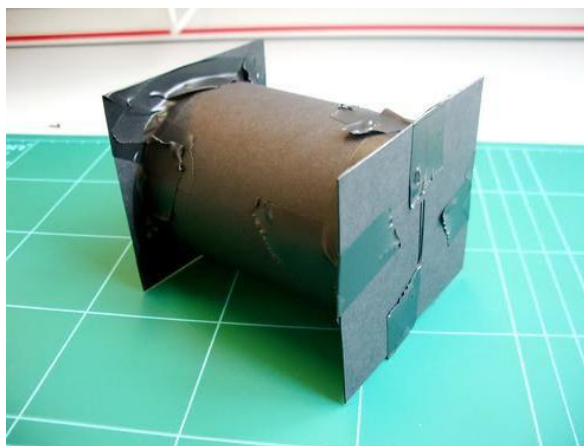
Espectro do átomo de hidrogênio. Em Física, espectro do átomo de hidrogênio é o conjunto de comprimentos de onda presentes na luz que o átomo de hidrogênio é capaz de emitir quando salta de níveis de energia. O modelo mais simples de átomo de hidrogênio é representado pelo átomo de Bohr.

Os astrônomos utilizam o espectroscópio (ver figuras) para identificar os elementos químicos presentes nos objetos, a partir do comprimento de onda específico de cada um. É também utilizado para conhecer melhor as estrelas. Com

esse equipamento, os astrônomos determinam a temperatura e a composição química dos astros celestes.



Espectro dos elementos químicos



Espectroscópio caseiro

Utilizando o espectroscópio na visualização do espectro dos elementos químicos, particularmente do hidrogênio, responda as seguintes questões:

1. Qual o instrumento que o astrônomo utiliza para verificar o espectro dos elementos químicos?

2. Em sua opinião, cada elemento químico possui um espectro? Justifique sua resposta.

3. O espectroscópio é um instrumento utilizado pelo astrônomo? Se sim, justifique sua resposta.

AULA 3

Observando os planetas

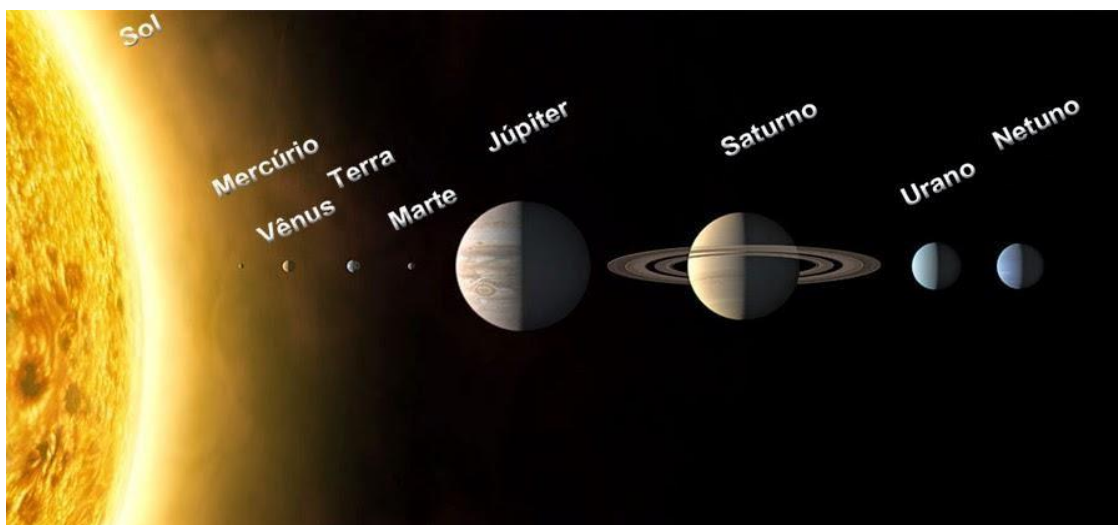


Figura 1- Sistema solar

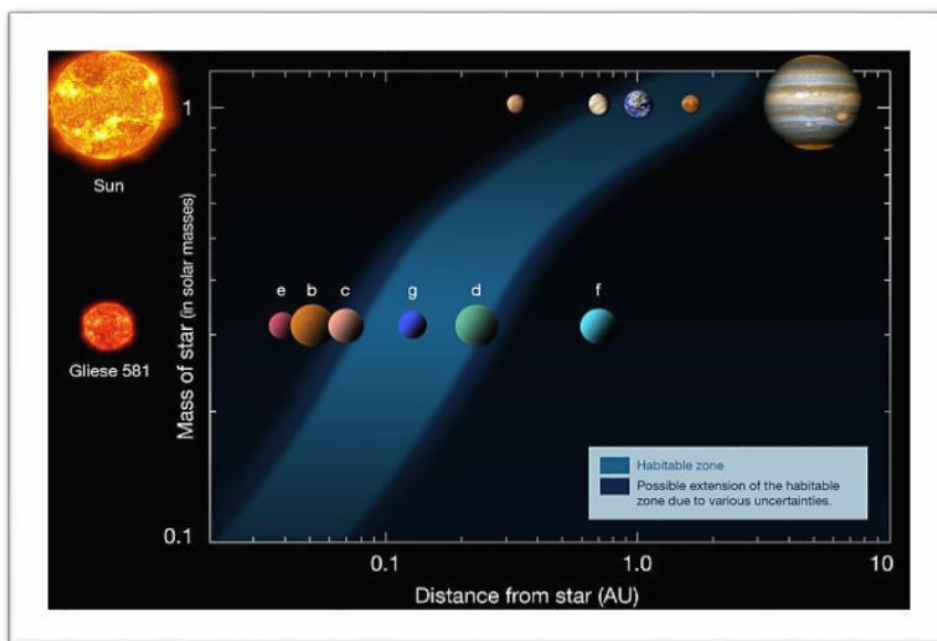


Figura 2- A zona habitável de Gliese 581 em comparação com a zona habitável do nosso Sistema Solar

TELESCÓPIO DA NASA DESCOBRE UM SISTEMA SOLAR COM SETE PLANETAS COMO A TERRA

SEGUNDO PRONUNCIAMENTO DA NASA, EM TODOS OS PLANETAS HÁ CONDIÇÕES PARA ABRIGAR VIDA

“...uma equipe internacional de astrônomos descobriu um novo sistema solar com sete planetas do tamanho da Terra. Está a cerca de 40 anos luz de nós, orbitando em torno de uma estrela anã e fria, de um tipo de astro conhecido como "anãs vermelhas". Na Via Láctea, este tipo de astro é muito mais abundante que as estrelas como o Sol e, recentemente, se tornaram o lugar preferido pelos astrônomos para procurar planetas semelhantes à Terra onde possa ser encontrada vida, segundo explicaram os cientistas da NASA...”

1. Localize a Terra e o maior planeta do sistema solar.

2. Com relação à figura 2, observe os exoplanetas semelhantes à Terra e veja sua localização em relação à distância do seu sol.

3. O que são zonas potencialmente habitáveis? O que isso significa?

4. Analise as duas figuras bem como a reportagem sobre a NASA, e explique porque a vida pode se desenvolver em uma região potencialmente habitável.

AULA 4

Parando para pensar

Como vimos até agora, analisando as imagens de planetas e exoplanetas, os planetas potencialmente habitáveis podem desenvolver alguma forma de vida devido à sua distância de uma estrela (Sol), existência de água nos seus três estados, gases e temperatura. Dentro desse contexto, apresentamos dentro do sistema solar o planeta Júpiter, considerado o maior planeta, com 63 luas, inclusive **Europa**, que é única por si própria, apresenta-se com uma superfície gelada muito brilhante com riscos coloridos. Pensa-se que seja um mundo oceânico coberto por uma capa de gelo que protege o mar interior da adversidade do Espaço. Devido às condições existentes em seu interior, alguns cientistas julgam que lá poderá existir vida, tal como a que existe nas profundezas dos mares da Terra. Europa, juntamente com o planeta Marte, é o astro de melhor condição ambiental extraterrestre no Sistema Solar, podendo abrigar vida, existindo também uma pequena possibilidade em Titã.

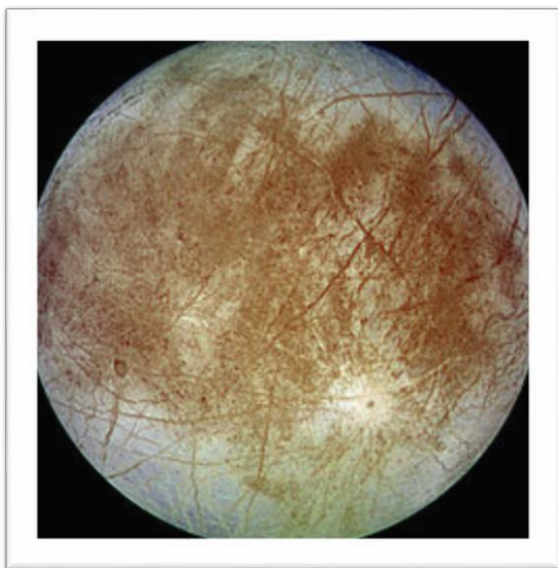


Figura 3- Europa (lua de Júpiter)

Titã é o maior satélite natural de Saturno e o segundo maior de todo o Sistema Solar, atrás apenas de Ganimedes, de Júpiter. É o único satélite que possui uma atmosfera densa e o único objeto estelar além da Terra onde já foram encontradas evidências concretas da existência de corpos líquidos estáveis na superfície. Ele foi descoberto em 1655, pelo astrônomo Christiaan Huygens, o primeiro satélite natural de Saturno descoberto e o sexto do Sistema Solar.

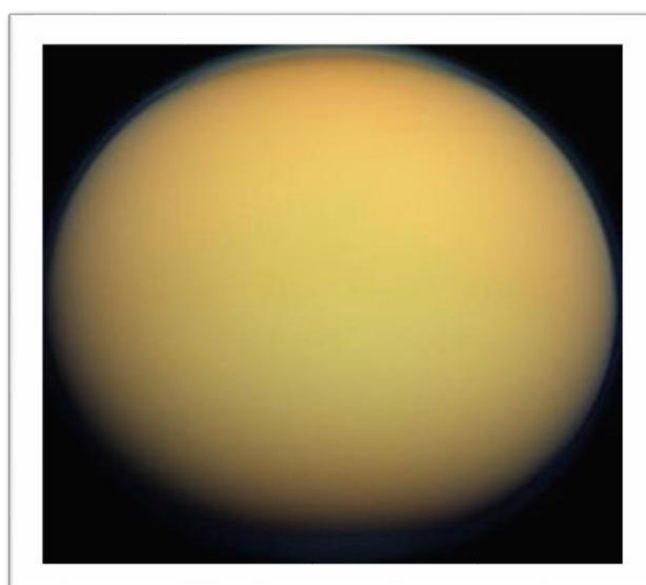


Figura 4- Titã (lua de Saturno)

A partir das imagens responda

1- Analise a figura 3 e responda:

Como você poderia explicar o surgimento de vida nessa lua de Júpiter?

2- Analise a figura 4 e responda:

Há possibilidade de evolução de vida nessa lua?

3- Comparando as figuras 3 e 4, cite semelhanças e diferenças entre as luas e o nosso planeta.

4- Interpretando as imagens 3 e 4, pode-se dizer que são potencialmente habitáveis para a vida?

AULA 5

Sintetizando

Após a realização as atividades das aulas 1 a 4 poderemos, agora realizar uma atividade de síntese. Isso significa que cada aluno poderá rever o que fez e aprendeu e construir uma explicação para uma questão a ser respondida. Há vida lá fora? Reveja a letra da música Planeta água, verifique os novos exoplanetas descobertos pela NASA, nas quais alguns têm presença de água, que tipos de

organismos poderiam ser encontrados. Discuta em grupo e individualmente elabore um texto dissertativo mencionando os seus conhecimentos adquiridos durante as aulas e atividades.

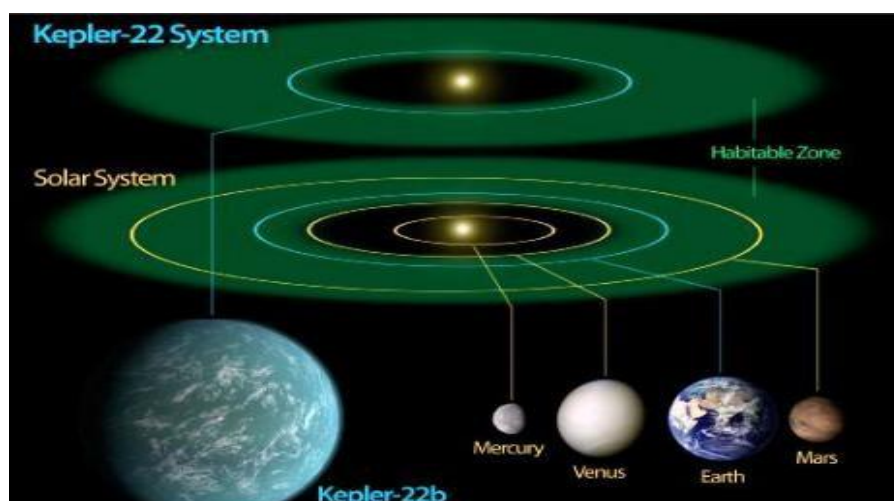
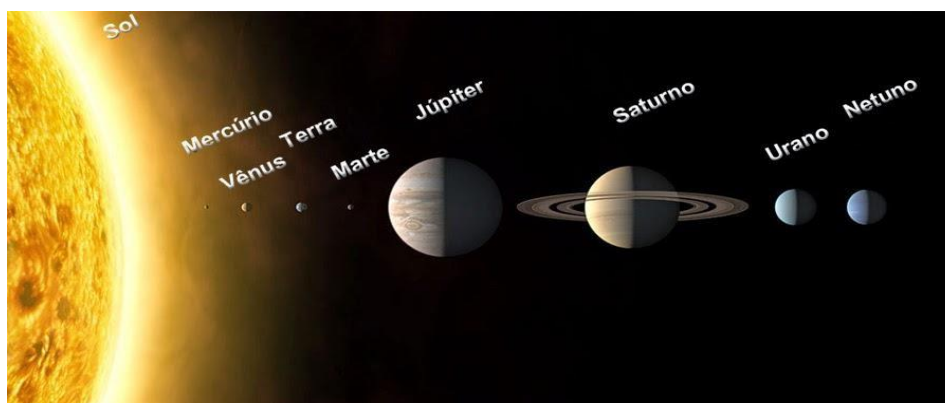
APÊNDICE B

Caderno do aluno Revisado

Astrobiologia Há vida lá fora? Caderno do aluno

E

Orientações para o Educador





AULA 1

Um olhar para essas figuras



Você observa que estamos nos localizando no universo.



Quando partimos para observarmos nosso planeta, a Terra, verificamos que ele está inserido dentro de um contexto maior no universo.



Nas próximas aulas vamos observar bem o nosso endereço e, baseados em conhecimentos de astronomia e de seres vivos, iremos formular hipóteses e explicações de condições de surgimento de vida.

Primeiras ideias

Para organizarmos nossas ideias sobre o tema que estamos estudando vamos registrá-las respondendo as questões abaixo.

8. Observe as fotografias da página anterior. O que elas representam pra você?

9. Em sua opinião, por que há vida em um planeta e em outros não há?

10. Escolha um título para cada fotografia.

11. Você já ouviu falar sobre astrobiologia?

12. Se já ouviu falar, onde foi que ouviu? (Rádio, TV, cinema, escola. Internet, jornais, etc.)

13. Se existirem seres vivos em outros planetas, como você imagina que eles seriam? Use o espaço abaixo para desenhá-los.

14. Na sua opinião, quais elementos que esses seres utilizariam para a sua sobrevivência?

Vamos ouvir uma música

Preste atenção na música e acompanhe sua execução lendo a letra.

Planeta Água

Guilherme Arantes

Água que nasce na fonte serena do mundo E que

abre um profundo grotão

Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão

Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão Águas que

banham aldeias e matam a sede da população

Águas que caem das pedras no véu das cascatas, ronco de trovão E

depois dormem tranquilas no leito dos lagos, no leito dos lagos Água dos

igarapés, onde lara, a mãe d'água, é misteriosa canção

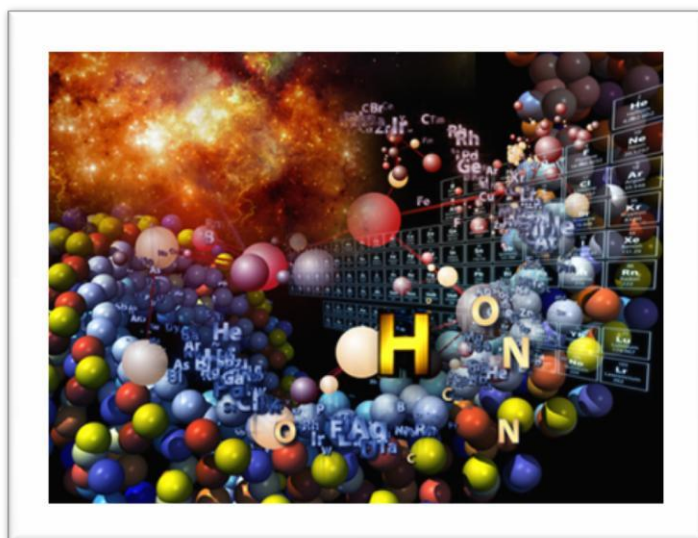
Água que o sol evapora, pro céu vai embora, virar nuvem de algodão

Gotas de água da chuva, alegre arco-íris sobre a plantação Gotas de
água da chuva, tão tristes, são lágrimas na inundação
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão E
sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra
Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água Água
que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão Águas que
banham aldeias e matam a sede da população
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão E
sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra
Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água Terra,
planeta água, Terra, planeta água, Terra planeta água.

Agora que você ouviu a música, leia e interprete esse texto no qual o elemento químico hidrogênio é o átomo mais abundante do Universo.

Agora que você ouviu a música leia e interprete esse texto na qual o elemento químico hidrogênio, é o átomo mais abundante do Universo.

O elemento químico mais abundante no Universo é o hidrogênio (H). Estima-se que ele constitui 75% da massa de toda matéria e que representa 93% dos átomos do cosmo. Ele é também o elemento químico mais simples e mais leve, com apenas um próton no núcleo e um elétron em sua eletrosfera.



Destaque do elemento químico hidrogênio (H) na tabela periódica

Interpretando a canção e o texto

Agora que já ouvimos a música e interpretamos o texto, responda algumas questões:

5. Segundo a letra da música, quais são os principais temas abordados na letra?

6. Qual a principal mensagem na interpretação do texto?

7. Segundo o texto e a música, qual o elemento químico mais abundante no universo e que compõe a molécula de água (H₂O)?

8. Sobre a música (Planeta água de Guilherme Arantes) assinale a alternativa correta.

E) O autor ressalta a importância da água que banha as aldeias e mata a sede da população.

F) O autor não vê a importância da água para a população.

G) O autor descreve a poluição dos rios.

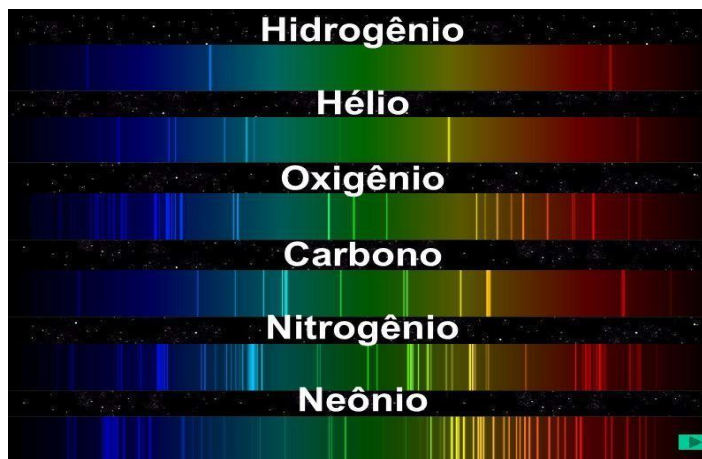
H) O autor não vê a importância da água para o planeta. A U L

A 2

Aprofundando mais...

Espectro do átomo de hidrogênio. Em Física, espectro do átomo de hidrogênio é o conjunto de comprimentos de onda presentes na luz que o átomo de hidrogênio é capaz de emitir quando pula de níveis de energia. O modelo mais simples de átomo de hidrogênio é representado pelo átomo de Bohr.

Os astrônomos utilizam o espectroscópio (ver figuras) para identificar os elementos químicos presentes nos objetos, a partir do comprimento de onda específico de cada um. É também utilizado para conhecer melhor as estrelas. Com esse equipamento, os astrônomos determinam a temperatura e a composição química dos astros celestes.



Espectro dos elementos químicos



Espectroscópio caseiro

Vamos construir um espectroscópio. Cada grupo de alunos recebeu uma cartolina preta, materiais como: tesoura, cd, cola, fita crepe, e deram início ao espectroscópio, segundo o modelo acima.

AULA 3

Pesquisa na sala de informática sobre espectroscópio, sua utilidade e zonas de habitabilidade do sistema solar e de exoplanetas.

Responda as perguntas:

a) Quais os principais instrumentos de trabalho do astrônomo?

b) O que você entende por zona de habitabilidade?

c) O que é cor de um elemento químico?

AULA 4

Observando os planetas

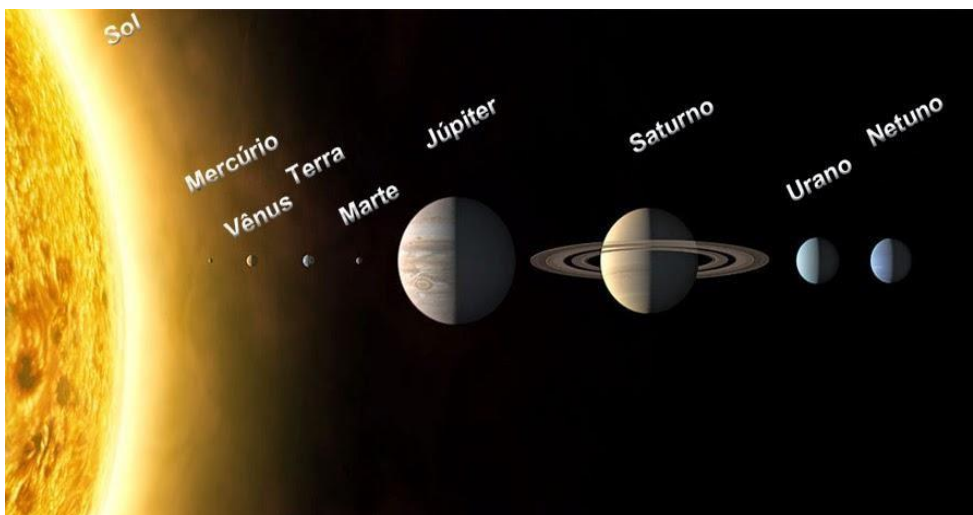


Figura 1- Sistema solar

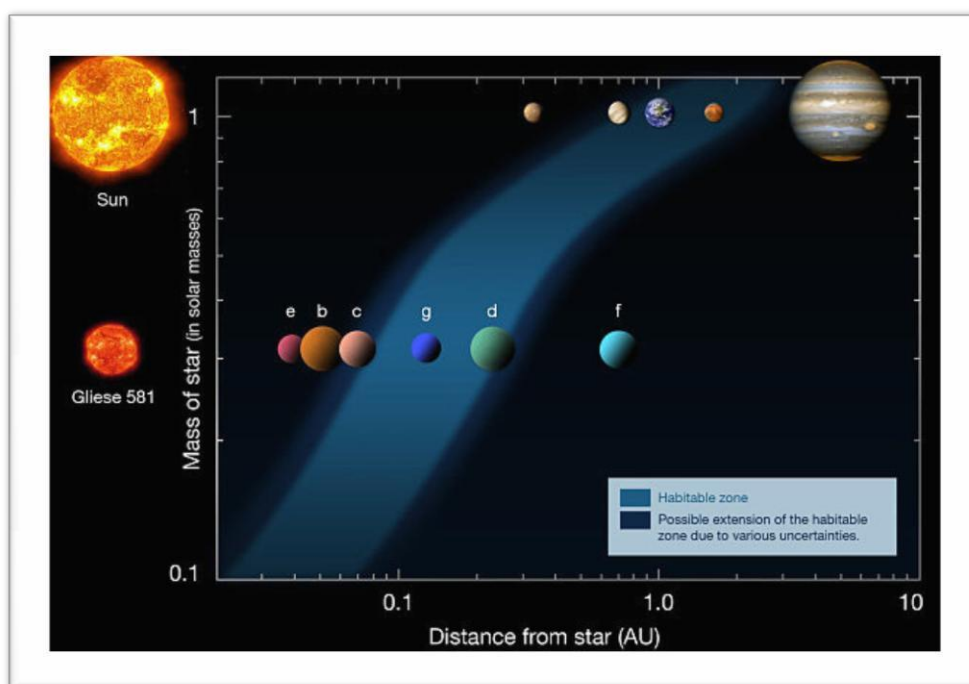


Figura 2- A zona habitável de Gliese 581 em comparação com a zona habitável do nosso Sistema Solar.

TELESCÓPIO DA NASA DESCOBRE UM SISTEMA SOLAR COM SETE PLANETAS COMO A TERRA

SEGUNDO PRONUNCIAMENTO DA NASA, EM TODOS OS PLANETAS HÁ CONDIÇÕES PARA ABRIGAR VIDA

“...uma equipe internacional de astrônomos descobriu um novo sistema solar com sete planetas do tamanho da Terra. Está a cerca de 40 anos luz de nós, orbitando em torno de uma estrela anã e fria, de um tipo de astro conhecido como "anãs vermelhas". Na Via Láctea, este tipo de astro é muito mais abundante que as estrelas como o Sol e, recentemente, se tornaram o lugar preferido pelos astrônomos para procurar planetas semelhantes à Terra onde possa ser encontrada vida, segundo explicaram os cientistas da NASA...”

5. Localize a Terra e o maior planeta do sistema solar.

6. Com relação à figura 2, observe os exoplanetas semelhantes a Terra e veja sua localização em relação da distância do seu sol.

7. O que são zonas potencialmente habitáveis? O que isso significa?

8. Analise as duas figuras bem como a reportagem da NASA, e explique porque a vida pode se desenvolver em uma região potencialmente habitável.

AULA 5

Parando para pensar

Como vimos até agora, analisando as imagens de planetas e exoplanetas, os planetas potencialmente habitáveis podem desenvolver alguma forma de vida devido à sua distância de uma estrela (Sol), existência de água nos seus três estados, gases e temperatura. Dentro desse contexto apresentamos dentro do sistema solar o planeta Júpiter, considerado o maior planeta, com 63 luas, inclusive Europa, que é única por si própria, apresenta-se com uma superfície gelada muito brilhante com riscos coloridos. Pensa-se que seja um mundo oceânico coberto por uma capa de gelo que protege o mar interior da adversidade do Espaço. Devido às condições existentes em seu interior, alguns cientistas julgam que lá poderá existir vida, tal

como a que existe nas profundezas dos mares da Terra. Europa, juntamente com o planeta Marte, é o astro de melhor condição ambiental extraterrestre no Sistema Solar, podendo abrigar vida, existindo também uma pequena possibilidade em Titã.

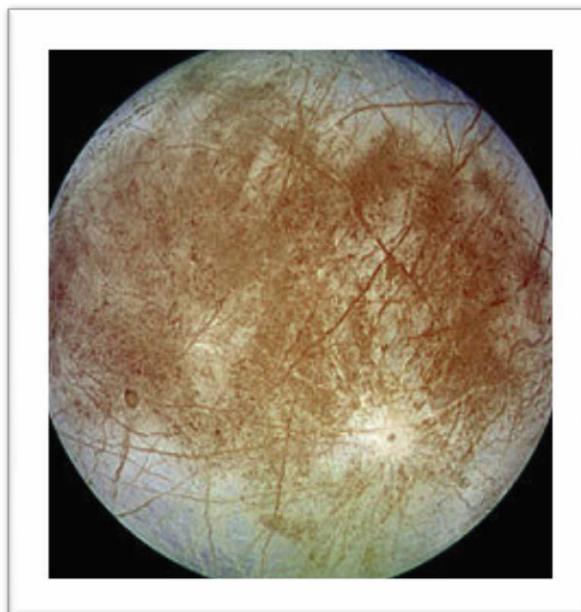


Figura 3- Europa (lua de Júpiter)

Titã é o maior satélite natural de Saturno e o segundo maior de todo o Sistema Solar, atrás apenas de Ganimedes, de Júpiter. É o único satélite que possui uma atmosfera densa e o único objeto estelar, além da Terra, onde já foram encontradas evidências concretas da existência de corpos líquidos estáveis na superfície. Ele foi descoberto em 1655 pelo astrônomo Christiaan Huygens, o primeiro satélite natural de Saturno descoberto e o sexto do Sistema Solar.

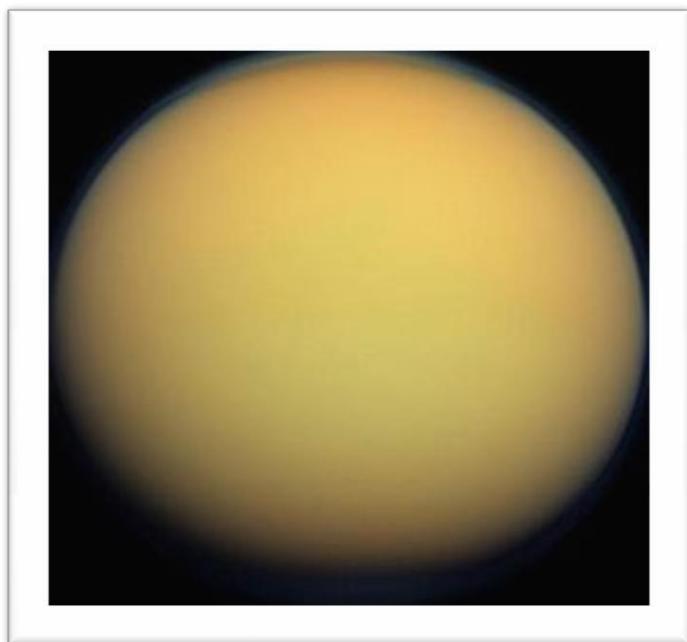


Figura 4- Titã (lua de Saturno)

A partir das imagens responda

5- Analise a figura 3 e responda:

Como você poderia explicar o surgimento de vida nessa lua de Júpiter?

6- Analise a figura 4 e responda:

Há possibilidade de evolução de vida nessa lua?

7- Comparando as figuras 3 e 4, cite semelhanças e diferenças entre as luas e o nosso planeta.

8- Interpretando as imagens 3 e 4, pode-se dizer que são potencialmente habitáveis para a vida?

Sintetizando

Após a realização as atividades das aulas 1 a 4, poderemos agora realizar uma atividade de síntese. Isso significa que cada aluno poderá rever o que fez e aprendeu e construir uma explicação para uma questão a ser respondida. Há vida lá fora? Reveja a letra da música Planeta água, verifique os novos exoplanetas descobertos pela NASA, nos quais alguns têm presença de água, que tipos de organismos poderiam ser encontrados. Discuta em grupo e individualmente elabore um texto dissertativo mencionando os seus conhecimentos adquiridos durante as aulas e atividades.

APÊNDICE C – CONSTRUÇÃO DO ESPECTROSCÓPIO





APÊNDICE D – Atividades dos alunos da EMEF “João Guimarães Rosa” no Caderno do Aluno

1. Observe as fotografias da página anterior. O que elas representam pra você?
o sistema solar, o planeta

2. Em sua opinião, por que há vida em um planeta e em outros não há?
há água, oxigênio, luz solar, etc.

3. Escolha um título para cada fotografia.
Terra, Sistema Solar, Galáxia

4. Você já ouviu falar sobre astrobiologia?
sim

5. Se já ouviu falar, onde foi que ouviu? Rádio, tv, Cinema, escola, internet, jornais, etc.
internet, jornais, escola

6. Se existirem seres vivos em outros planetas como você imagina que eles seriam? Use o espaço abaixo para desenhá-los.


7. Na sua opinião quais elementos que esses seres utilizariam para a sua sobrevivência?
água, respiratórios

Vamos ouvir uma música

Preste atenção na música e acompanhe sua execução lendo a letra.

Planeta Água
Guilherme Arantes

Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população
Águas que caem das pedras no véu das cascatas, ronco de trovão
E depois dormem tranquilas no leito dos lagos, no leito dos lagos

Água dos igarapés, onde lara, a mãe d'água é misteriosa canção
Água que o sol evapora, pro céu vai embora, virar nuvem de algodão
Gotas de água da chuva, alegro arco-íris sobre a plantação
Gotas de água da chuva, tão líntes, são lágrimas na inundação
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água
Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra
Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água.

Agora que você ouviu a música leia e interprete esse texto na qual o elemento químico hidrogênio, é o átomo mais abundante do Universo.

O elemento químico mais abundante no Universo é o hidrogênio (H). Estima-se que ele constitua 75% da massa de toda matéria e que representa 93% dos átomos do cosmo. Ele é também o elemento químico mais simples e mais leve, com apenas um próton no núcleo e um elétron em sua eletrosfera.



Destaque do elemento químico hidrogênio (H) na tabela periódica.

Interpretando a canção e o texto
Agora que já ouvimos a música e interpretamos o texto, responda algumas questões:

1. Segundo a letra da música, quais são os principais temas abordados na letra?
Água, do planeta Terra

2. Qual a principal mensagem na interpretação do texto?
Água, vida

3. Segundo o texto e a música, qual o elemento químico mais abundante no universo e que compõe a molécula de água (H₂O)?
hidrogênio

4. Sobre a música (Planeta Água de Guilherme Arantes) assinale a alternativa correta.
A) O autor ressaltava a importância que banha as aldeias e mata a sede da população.
B) O autor não vê a importância da água para a população.
C) O autor descreve a poluição dos rios.

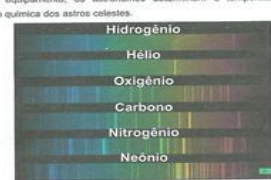
D) O autor não vê a importância da água para o planeta.

Aula 2

Aprofundando mais...

Espectro do átomo de hidrogênio. Em Física, espectro do átomo de hidrogênio é o conjunto de comprimentos de onda presentes na luz que o átomo de hidrogênio é capaz de emitir quando pula de níveis de energia. O modelo mais simples de átomo de hidrogênio é representado pelo átomo de Bohr.

Os astrônomos utilizam o espectroscópio (ver figuras) para identificar os elementos químicos presentes nos objetos, a partir do comprimento de onda específico de cada um. É também utilizado para conhecer melhor as estrelas. Com esse equipamento, os astrônomos determinam a temperatura e a composição química dos astros celestes.



Espectro dos elementos químicos.



Destaque do elemento químico hidrogênio (H) na tabela periódica.

Interpretando a canção e o texto

Agora que já ouvimos a música e interpretamos o texto, responda algumas questões:

1. Segundo a letra da música, quais são os principais temas abordados na letra?
Água, planeta azul, verde
2. Qual a principal mensagem na interpretação do texto?
Salvar a natureza
3. Segundo o texto e a música, qual o elemento químico mais abundante no universo e que compõe a molécula de água (H₂O)?
Hidrogênio
4. Sobre a música (Planeta Água de Guilherme Arantes) assinale a alternativa correta.
A) O autor ressaltava a importância que banha as aldeias e mata a sede da população.
B) O autor não vê a importância da água para a população.
C) O autor descreve a poluição dos rios.

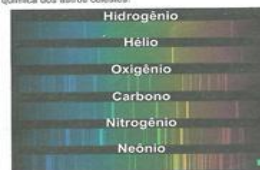
D) O autor não vê a importância da água para o planeta.

Aula 2

Aprofundando mais...

Espectro do átomo de hidrogênio: Em Física, espectro do átomo de hidrogênio é o conjunto de comprimentos de onda presentes na luz que o átomo de hidrogênio é capaz de emitir quando pula de níveis de energia. O modelo mais simples de átomo de hidrogênio é representado pelo átomo de Bohr.

Os astrônomos utilizam o espectroscópio (ver figuras) para identificar os elementos químicos presentes nos objetos, a partir do comprimento de onda específico de cada um. É também utilizado para conhecer melhor as estrelas. Com esse equipamento, os astrônomos determinam a temperatura e a composição química dos astros celestes.



Espectro dos elementos químicos.



Espectroscópio caseiro

Utilizando o espectroscópio na visualização do espectro dos elementos químicos, particularmente do hidrogênio responda as seguintes questões:

1. Qual o instrumento que o astrônomo utiliza para verificar o espectro dos elementos químicos?
Espectroscópio
2. Em sua opinião, cada elemento químico possui um espectro? Justifique sua resposta.
Sim, porque todos apresentam uma cor diferente
3. O espectroscópio é um instrumento utilizado pelo astrônomo? Se sim, justifique sua resposta.
Sim, com ele, ele tem a capacidade de observar

Aula 3

Observando os planetas

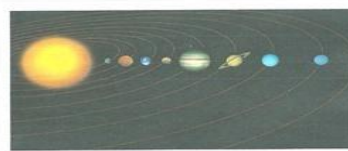


Figura 1- Sistema solar

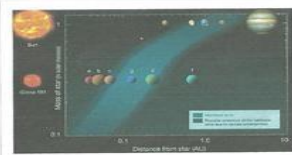


Figura 2- A zona habitável de Gliese 581 em comparação com a zona habitável do nosso Sistema Solar.

Telescópio da NASA descobre um sistema solar com seis planetas como a Terra

Segundo pronunciamento da NASA, em todos os planetas há condições para abrigar vida.

"...uma equipe internacional de astrônomos descobriu um pequeno sistema solar com seis planetas do tamanho da Terra. Está a cerca de 40 anos luz de nós, orbitando em torno de uma estrela anã e fria, de um tipo de astro conhecido como "anões vermelhos". Na Est. Leiria, este tipo de astro é muito mais abundante que as estrelas como o Sol e, naturalmente, se formaram o lugar preferido pelos astrônomos para procurar planetas semelhantes à Terra onde possa ser encontrada vida, segundo explicaram os cientistas da NASA."

1. Localize a Terra e o maior planeta do sistema solar.
1. Terra e o Sol. Júpiter.
2. Com relação à figura 2 observe os exoplanetas semelhantes à Terra e veja sua localização em relação da distância do seu sol.
Exoplanetas semelhantes à Terra estão localizados a uma distância muito grande do seu sol.
3. O que são zonas potencialmente habitáveis? O que isso significa?
As zonas onde pode desenvolver a vida.
4. Analise as duas figuras bem como a reportagem da NASA e explique porque a vida pode se desenvolver em uma região potencialmente habitável.
Porque há água e condições favoráveis para a vida.

Aula 4

Parando pra pensar

Como vimos até agora, analisando as imagens de planetas e exoplanetas, os planetas potencialmente habitáveis podem desenvolver alguma forma de vida devido a sua distância a estrela (Sol), existência de água nos seus três estados gases e temperatura. Dentro desse contexto apresentamos dentro do sistema solar o planeta Júpiter, considerado o maior planeta com 63 luas, inclusive Europa é única por si própria, apresenta-se com uma superfície gelada muito brilhante com riscas coloridas. Pensa-se que seja um mundo oceânico coberto por uma capa de gelo que protege o mar interior da adversidade do Espaço. Devido às condições existentes em seu interior, alguns cientistas julgam que lá poderá existir vida, tal como a que existe nas profundezas dos mares da Terra. Europa, juntamente com o planeta Marte, é o astro de melhor condição ambiental extraterrestre no Sistema Solar, podendo abrigar vida, existindo também uma pequena possibilidade em Têtu.

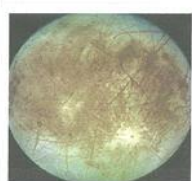


Figura 3- Europa (lua de Júpiter)

Têtu é o maior satélite natural de Saturno e o segundo maior de todo o Sistema Solar, atrás apenas de Ganimedes de Júpiter. É o único satélite que possui uma atmosfera densa e o único objeto estelar além da Terra onde já foram encontradas evidências concretas da existência de corpos líquidos estáveis na superfície. Ele foi descoberto em 1655 pelo astrônomo Christiaan Huygens, o primeiro satélite natural de Saturno descoberto e o sexto do Sistema Solar.

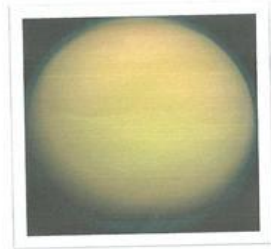


Figura 4- Têtu (lua de Saturno)

A partir das imagens responda

1. Analise a figura 3 e responda:
Como você poderia explicar o surgimento de vida nessa lua de Júpiter?
Pelo aquecimento do interior da lua e pela presença de água.

2. Analise a figura 4 e responda:
Há possibilidade de evolução de vida nessa lua?
Sim, pois há água.
3. Comparando as figuras 3 e 4 cite semelhanças e diferenças entre as luas e o nosso planeta.
As duas luas são muito pequenas e têm uma superfície gelada.
4. Interpretando as imagens 3 e 4 pode-se dizer que são potencialmente habitáveis para a vida?
Sim, pois há água.

AULA 5

Sintetizando

Após a realização as atividades das aulas do 1 ao 4 poderemos, agora realizar uma atividade de síntese. Isso significa que cada aluno poderá rever o que fez e aprendeu e construir uma explicação para uma questão a ser respondida. Há vida lá fora? Reveja a letra da música Planeta água, verifique os novos exoplanetas descobertos pela NASA, nas quais alguns têm presença de água, que tipos de organismos poderiam ser encontrados. Discuta em grupo e individualmente elabore um texto dissertativo mencionando os seus conhecimentos adquiridos durante as aulas e atividades.

Elaboração do texto

o video e 3 planetas

Bibliografia

Avantes G., Planeta água, 1997.

www.asiro.iag.usp.br/~tycho/exoplanets/planetas.htm

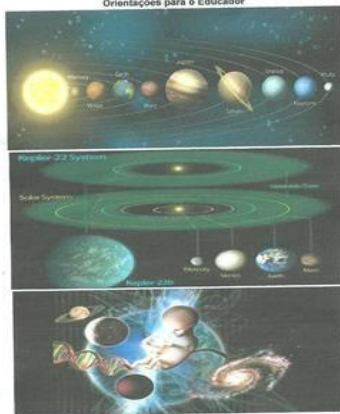
www.cienciaemviva.br/mg/usb/edu/Astrobiologia_Tema%20B.pdf

<http://www.ifsc.usp.br/~donoso/astrobiologia-historia.pdf>

http://brasil.ejournals.com/brasil/201750/22/ciencia/1497783042_037999.html

Astrobiologia
Há vida lá fora?

Caderno do aluno
E
Orientações para o Educador

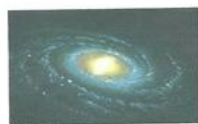


Sistema Solar

Video

Aula 1

Um olhar para essas figuras



Você observou que estamos nos localizando no universo?

na aula



Quando partimos para observarmos nosso planeta, Terra, verificamos que ele está inserido dentro de um contexto maior no universo.

na aula



Nas próximas aulas vamos observar bem o nosso endereço e, baseados em conhecimentos de astronomia e de seres vivos iremos formular hipóteses e explicações de condições de surgimento da vida.

Primeiras ideias

Para organizarmos nossas ideias sobre o tema que estamos estudando vamos registrá-las respondendo as questões abaixo.

Astrobiologia
Há vida lá fora?
Caderno do aluno
E
Orientações para o Educador

viva

Aula 1

Um olhar para essas figuras

Você observa que estamos nos localizando no universo.

Quando partimos para observarmos nosso planeta, Terra, verificamos que ele está inserido dentro de um contexto maior no universo.

Nas próximas aulas vamos observar bem o nosso endereço e, baseados em conhecimentos de astronomia e de seres vivos iremos formular hipóteses e explicações de condições de surgimento da vida.

Handwritten notes: 'viva e água' and 'Sistema Solar' with arrows pointing to the images.

Primeiras ideias
Para organizarmos nossas ideias sobre o tema que estamos estudando, vamos registrá-las respondendo as questões abaixo.

- Observe as fotografias da página anterior. O que elas representam para você?
os planetas existentes.
- Em sua opinião, por que há vida em um planeta e em outros não há?
certas condições que os outros planetas não têm, que é difícil ter.
- Escolha um título para cada fotografia.

- Você já ouviu falar sobre astrobiologia?
sim.
- Se já ouviu falar, onde foi que ouviu? Rádio, tv, Cinema, escola, Internet, jornais, etc.
sim.
- Se existirem seres vivos em outros planetas como você imagina que eles seriam? Use o espaço abaixo para desenhá-los.
- Na sua opinião, quais elementos que esses seres utilizariam para a sua sobrevivência?
água, luz

Vamos ouvir uma música

Preste atenção na música e acompanhe sua execução lendo a letra.

Planeta Água
Guilherme Arantes

Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população
Águas que caem das pedras no véu das cascatas, ronco de trovão
E depois dormem tranquilas no leito dos lagos, no leito dos lagos

Água dos igarapés, onde lara, a mãe d'água é misteriosa canção
Água que o sol evapora, pro céu vai embora, virar nuvem de algodão
Gotas de água da chuva, alegre arco-íris sobre a plantação
Gotas de água da chuva, tão tristes, são lágrimas na inundação
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que enchem o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água
Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que enchem o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra
Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água.

Agora que você ouviu a música leia e interprete esse texto no qual o elemento químico hidrogênio, é o átomo mais abundante do Universo.

O elemento químico mais abundante no Universo é o hidrogênio (H). Estima-se que ele constitui 75% da massa de toda matéria e que representa 93% dos átomos do cosmo. Ele é também o elemento químico mais simples e mais leve, com apenas um próton no núcleo e um elétron em sua eletrosfera.



Destaque do elemento químico hidrogênio (H) na tabela periódica

Interpretando a canção e o texto

Agora que já ouvimos a música e interpretamos o texto, responda algumas questões:

- Segundo a letra da música, quais são os principais temas abordados na letra?
Água, Vida, Ribeirões.
- Qual a principal mensagem na interpretação do texto?
A água.
- Segundo o texto e a música, qual o elemento químico mais abundante no universo e que compõe a molécula de água (H_2O)?
Hidrogênio.
- Sobre a música (Planeta Água de Guilherme Arantes) assinale a alternativa correta.
☒ A) O autor resalta a importância que banha as aldeias e mata a sede da população.
☐ B) O autor não vê a importância da água para a população.
☐ C) O autor descreve a poluição dos rios.

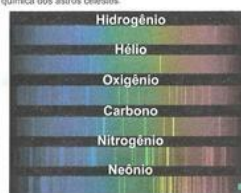
D) O autor não vê a importância da água para o planeta.

Aula 2

Aprofundando mais...

Espectro do átomo de hidrogênio. Em Física, espectro do átomo de hidrogênio é o conjunto de comprimentos de onda presentes na luz que o átomo de hidrogênio é capaz de emitir quando pula de níveis de energia. O modelo mais simples de átomo de hidrogênio é representado pelo átomo de Bohr.

Os astrônomos utilizam o espectroscópio (ver figuras) para identificar os elementos químicos presentes nos objetos, a partir do comprimento de onda específico de cada um. É também utilizado para conhecer melhor as estrelas. Com esse equipamento, os astrônomos determinam a temperatura e a composição química dos astros celestes.



Espectro dos elementos químicos



Espectroscópio caseiro

Utilizando o espectroscópio na visualização do espectro dos elementos químicos, particularmente do hidrogênio responda as seguintes questões:

- Qual o instrumento que o astrônomo utiliza para verificar o espectro dos elementos químicos?
Espectroscópio
- Em sua opinião, cada elemento químico possui um espectro? Justifique sua resposta.
Sim, porque todos diferenciam e cada um tem um espectro único.
- O espectroscópio é um instrumento utilizado pelo astrônomo? Se sim, justifique sua resposta.
Sim, para ver o que tem em cada um dos elementos.

Aula 3

Observando os planetas



Figura 1- Sistema solar

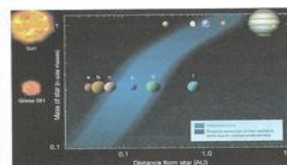


Figura 2- A zona habitável de Gliese 581 em comparação com a zona habitável do nosso Sistema Solar.

Teloscópio da NASA descobre um sistema solar com sete planetas como a Terra

Segundo pronunciamento da NASA, em todos os planetas há condições para abrigar vida.

"...uma equipe internacional de astrônomos descobriu um novo sistema solar com sete planetas do tamanho da Terra. Está a cerca de 40 anos luz de nós, orbitando em torno de uma estrela anã e fria, de um tipo de astro conhecido como "anão vermelho". Na verdade, este tipo de astro é muito mais abundante que as estrelas como o Sol e, recentemente, se tornou um lugar preferido pelos astrônomos para procurar planetas semelhantes à Terra onde possa ser encontrada vida, segundo explicaram os cientistas da NASA."

1. Localize a Terra e o maior planeta do sistema solar.

A Terra é o terceiro planeta e o maior planeta é Júpiter.

2. Com relação à figura 2 observe os exoplanetas semelhantes a Terra e veja sua localização em relação da distância do seu sol.

Kepler - 62 sistema.
Tem 3 luas e 2 planetas semelhantes a Terra.

3. O que são zonas potencialmente habitáveis? O que isso significa?

As zonas habitáveis da Terra.

4. Analise as duas figuras bem como a reportagem da NASA, e explique porque a vida pode se desenvolver em uma região potencialmente habitável.

Porque há água líquida e oxigênio.

Aula 4

Parando pra pensar

Como vimos até agora, analisando as imagens de planetas e exoplanetas, os planetas potencialmente habitáveis podem desenvolver alguma forma de vida devido a sua distância a estrela (Sol), existência de água nos seus três estados gases e temperatura. Dentro desse contexto apresentamos dentro do sistema solar o planeta Júpiter, considerado o maior planeta com 63 luas, inclusive Europa é única por si própria, apresenta-se com uma superfície gelada muito brilhante com riscos coloridos. Pensa-se que seja um mundo oceânico coberto por uma capa de gelo que protege o mar interior da adversidade do Espaço. Devido às condições existentes em seu interior, alguns cientistas julgam que lá poderá existir vida, tal como a que existe nas profundezas dos mares da Terra. Europa, juntamente com o planeta Marte, é o astro de melhor condição ambiental extraterrestre no Sistema Solar, podendo abrigar vida, existindo também uma pequena possibilidade em Titã.

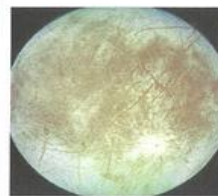


Figura 3- Europa (lua de Júpiter)

Titã é o maior satélite natural de Saturno e o segundo maior de todo o Sistema Solar, atrás apenas de Ganimedes de Júpiter. É o único satélite que possui uma atmosfera densa e o único objeto estelar além da Terra onde já foram encontradas evidências concretas da existência de corpos líquidos estáveis na superfície. Ele foi descoberto em 1655 pelo astrônomo Christiaan Huygens, o primeiro satélite natural de Saturno descoberto e o sexto do Sistema Solar.

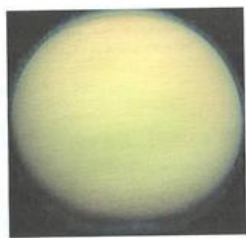


Figura 4- Titã (lua de Saturno)

A partir das imagens responda

1. Analise a figura 3 e responda:

Como você poderia explicar o surgimento de vida nessa lua de Júpiter.

Porque há água líquida e oxigênio.

2. Analise a figura 4 e responda:

Há possibilidade de evolução de vida nessa lua.

Titã tem atmosfera densa e água líquida, o que favorece a possibilidade de vida.

3. Comparando as figuras 3 e 4 cite semelhanças e diferenças entre as luas e o nosso planeta.

Titã tem água e a Júpiter tem água.

4. Interpretando as imagens 3 e 4 pode-se dizer que são potencialmente habitáveis para a vida?

Sim, porque há água líquida e oxigênio, o que favorece a possibilidade de vida.

AULA 5

Sintetizando

Após a realização as atividades das aulas do 1 ao 4 poderemos, agora realizar uma atividade de síntese. Isso significa que cada aluno poderá rever o que fez e aprendeu e construir uma explicação para uma questão a ser respondida. Há vida lá fora? Reveja a letra da música Planeta Água, verifique os novos exoplanetas descobertos pela NASA, nas quais alguns têm presença de água, que tipos de organismos poderiam ser encontrados. Discuta em grupo e individualmente elabore um texto dissertativo mencionando os seus conhecimentos adquiridos durante as aulas e atividades.

Elaboração do texto

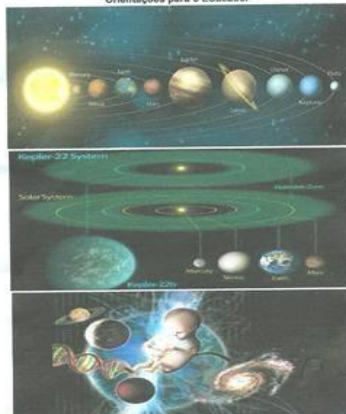
Talvez, pois não se tem provas de que há
existência de vida. Não há possibilidade de ter vida
com um lugar que tem a temperatura muito alta ou
muito baixa. Por isso é uma questão de ter paciência
para cientistas pesquisarem.

Bibliografia

Arantes, G. F. (2017). *Planeta Água*.
www.astrologia.usp.br/~arantes/exoplanetas/placetas.htm
www.ciencia Viva.pt/imagens/Astrobiologia_Tema%208.pdf
<http://www.ifsc.usp.br/~denotoc/espectroscopia/historia.pdf>
http://brasil.elpais.com/brasil/2017/02/22/ciencia/1487763042_037999.html

Astrobiologia
Há vida lá fora?
Caderno do aluno

Orientações para o Educador



Aula 1

Um olhar para essas figuras



Você observa que
estamos nos localizando
no universo.



Quando partimos para
observarmos nosso
planeta, Terra, verificamos
que ele está inserido
dentro de um contexto
maior no universo.



Nas próximas aulas vamos observar bem o nosso endereço e, baseados em conhecimentos de astronomia e de seres vivos iremos formular hipóteses e explicações de condições de surgimento da vida.

Primeiras ideias

Para organizarmos nossas ideias sobre o tema que estamos estudando vamos registrá-las respondendo as questões abaixo.



Destaque do elemento químico hidrogênio (H) na tabela periódica

Interpretando a canção e o texto

Agora que já ouvimos a música e interpretamos o texto, responda algumas questões:

- Segundo a letra da música, quais são os principais temas abordados na letra?
1. água
2. planeta azul
3. população
4. poluição
- Qual a principal mensagem na interpretação do texto?
1. preservar natureza
2. não contaminar natureza
3. não poluir
- Segundo o texto e a música, qual o elemento químico mais abundante no universo e que compõe a molécula de água (H₂O)?
Hidrogênio
- Sobre a música (Planeta Água de Guilherme Arantes) assinale a alternativa correta.
☒ O autor ressaltava a importância que banha as aldeias e mata a sede da população.
☐ O autor não vê a importância da água para a população.
☐ O autor descreve a poluição dos rios.

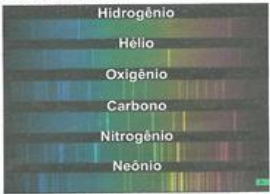
D) O autor não vê a importância da água para o planeta.

Aula 2

Aprofundando mais...

Espectro do átomo de hidrogênio. Em Física, espectro do átomo de hidrogênio é o conjunto de comprimentos de onda presentes na luz que o átomo de hidrogênio é capaz de emitir quando pula de níveis de energia. O modelo mais simples de átomo de hidrogênio é representado pelo átomo de Bohr.

Os astrônomos utilizam o espectroscópio (ver figuras) para identificar os elementos químicos presentes nos objetos, a partir do comprimento de onda específico de cada um. É também utilizado para conhecer melhor as estrelas. Com esse equipamento, os astrônomos determinam a temperatura e a composição química dos astros celestes.



Espectro dos elementos químicos



Espectrôscópio caseiro

Utilizando o espectrôscópio na visualização do espectro dos elementos químicos, particularmente do hidrogênio responda as seguintes questões:

1. Qual o instrumento que o astrônomo utiliza para verificar o espectro dos elementos químicos?

Espectrôscópio

2. Em sua opinião, cada elemento químico possui um espectro? Justifique sua resposta.

Sim, cada elemento químico possui um espectro diferente, pois cada elemento químico possui um espectro próprio.

3. O espectrôscópio é um instrumento utilizado pelo astrônomo? Se sim, justifique sua resposta.

Sim, porque com o espectrôscópio os astrônomos conseguem identificar os elementos químicos presentes nas estrelas e galáxias.

Aula 3

Observando os planetas

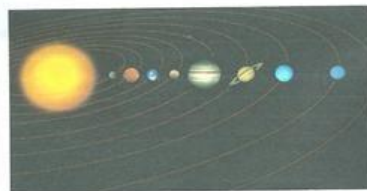


Figura 1- Sistema solar

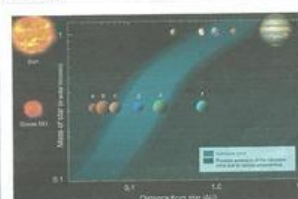


Figura 2- A zona habitável de Gliese 581 em comparação com a zona habitável do nosso Sistema Solar.

Telescópio da NASA descobre um sistema solar com sete planetas como a Terra

Segundo pronunciamento da NASA, em todos os planetas há condições para abrigar vida.

"...uma equipe internacional de astrônomos descobriu um novo sistema solar com sete planetas do tamanho da Terra. Está a cerca de 40 anos luz de nós, orbitando em torno de uma estrela anã e fria, de um tipo de astro conhecido como "anão vermelho". No Gliese 581, este tipo de astro é muito mais abundante que as estrelas como o Sol e, recentemente, se tornaram o lugar preferido pelos astrônomos para procurar planetas semelhantes à Terra onde possa ser encontrada vida, segundo explicaram os cientistas da NASA."

1. Localize a Terra e o maior planeta do sistema solar.

A Terra é o terceiro planeta e Júpiter é o maior.

2. Com relação à figura 2 observe os exoplanetas semelhantes a Terra e veja sua localização em relação da distância do seu sol.

Os exoplanetas semelhantes a Terra estão localizados dentro da zona habitável de Gliese 581.

3. O que são zonas potencialmente habitáveis? O que isso significa?

São regiões onde as condições de temperatura e pressão permitem a existência de água líquida.

4. Analise as duas figuras bem como a reportagem da NASA, e explique porque a vida pode se desenvolver em uma região potencialmente habitável.

Porque a vida pode se desenvolver em uma região potencialmente habitável onde há condições adequadas de temperatura e pressão para a existência de água líquida.

Aula 4

Parando pra pensar

Como vimos até agora, analisando as imagens de planetas e exoplanetas, os planetas potencialmente habitáveis podem desenvolver alguma forma de vida devido a sua distância a estrela (Sol), existência de água nos seus três estados gases e temperatura. Dentro desse contexto apresentamos dentro do sistema solar o planeta Júpiter, considerado o maior planeta com 63 luas, inclusive Europa é única por si própria, apresenta-se com uma superfície gelada muito brilhante com riscos coloridos. Pensa-se que seja um mundo oceânico coberto por uma capa de gelo que protege o mar interior da adversidade do Espaço. Devido às condições existentes em seu interior, alguns cientistas julgam que lá poderá existir vida, tal como a que existe nas profundezas dos mares da Terra. Europa, juntamente com o planeta Marte, é o astro de melhor condição ambiental extraterrestre no Sistema Solar, podendo abrigar vida, existindo também uma pequena possibilidade em Titã.

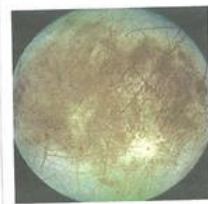


Figura 3- Europa (lua de Júpiter)

AULA 5

Sintetizando

Após a realização das atividades das aulas de 1 a 4 poderemos, agora, realizar uma atividade de síntese. Isso significa que cada aluno poderá rever o que fez e aprendeu e construir uma explicação para uma questão a ser respondida. Há vida lá fora? Reveja a letra da música Planeta água, verifique os novos exoplanetas descobertos pela NASA, nas quais alguns têm presença de água, que tipos de organismos poderiam ser encontrados. Discuta em grupo e individualmente elabore um texto dissertativo mencionando os seus conhecimentos adquiridos durante as aulas e atividades.

Elaboração do texto

*Eu aprendi os planetas os elementos
o mantos um exoplanetas e
em oco que posso ter vida em
outro planeta so que metacapsis*

Bibliografia

Avantes G. Planeta água, 1997.

www.astro.iaa.usp.br/~sylvio/exoplaneta/planetas.htm

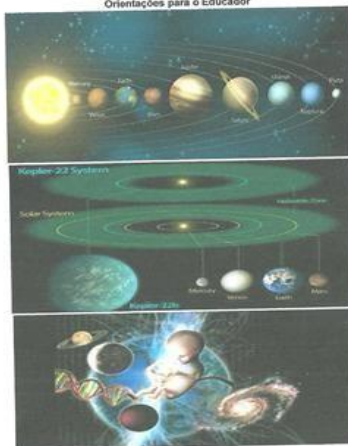
www.ciencia Viva.pl/mg/upload/Astrobiologia_Tema%206.pdf

<http://www.ifsc.usp.br/~donoso/espectroscopia/fistoria.pdf>

http://brasil.abn.gov.br/casb/2017/02/22/ciencia/1487783042_037990.rtf

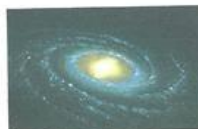
Astrobiologia
Há vida lá fora?
Caderno do aluno

E
Orientações para o Educador



Aula 1

Um olhar para essas figuras



Você observa que estamos nos localizando no universo.



Quando partimos para observarmos nosso planeta, Terra, verificamos que ele está inserido dentro de um contexto maior no universo.



Nas próximas aulas vamos observar bem o nosso endereço e, baseados em conhecimentos de astronomia e de seres vivos iremos formular hipóteses e explicações de condições de surgimento da vida.

Primeiras ideias

Para organizarmos nossas ideias sobre o tema que estamos estudando vamos registrá-las respondendo as questões abaixo.

1. Observe as fotografias da página anterior. O que elas representam para você?

2. Em sua opinião, por que há vida em um planeta e em outros não há?

3. Escolha um título para cada fotografia.

4. Você já ouviu falar sobre astrobiologia?

5. Se já ouviu falar, onde foi que ouviu? Rádio, tv, Cinema, escola, Internet, jornais, etc.

6. Se existirem seres vivos em outros planetas como você imagina que eles seriam? Use o espaço abaixo para desenhá-los.

7. Na sua opinião quais elementos que esses seres utilizariam para a sua sobrevivência.

Vamos ouvir uma música

Preste atenção na música e acompanhe sua execução lendo a letra.

Planeta Água

Guilherme Arantes

Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população
Águas que caem das pedras no vale das cascatas, roncando trovão
E depois dormem tranquilas no leito dos lagos, no leito dos rios

Água dos igarapés, onde lara, a mãe d'água é misteriosa canção
Água que o sol evapora, pro céu vai embora, virar nuvem de algodão
Gotas de água de chuva, alegres arco-íris sobre a plantação
Gotas de água de chuva, tão tristes, são lágrimas na inundação
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encham o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água
Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encham o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra
Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água

Agora que você ouviu a música leia e interprete esse texto na qual o elemento químico hidrogênio, é o átomo mais abundante do Universo.

O elemento químico mais abundante no Universo é o hidrogênio (H). É assim-se que ele constitui 75% da massa de toda matéria e que representa 93% dos átomos do cosmo. Ele é também o elemento químico mais simples e mais leve, com apenas um próton no núcleo e um elétron em sua eletrosfera.



Destaque do elemento químico hidrogênio (H) na tabela periódica

Interpretando a canção e o texto

Agora que já ouvimos a música e interpretamos o texto, responda algumas questões:

1. Segundo a letra da música, quais são os principais temas abordados na letra?

2. Qual a principal mensagem na interpretação do texto?

3. Segundo o texto e a música, qual o elemento químico mais abundante no universo e que compõe a molécula de água (H₂O)?

4. Sobre a música (Planeta água de Guilherme Arantes) assinale a alternativa correta.
 A) O autor resalta a importância que banha as aldeias e mata a sede da população.
 B) O autor não vê a importância da água para a população.
 C) O autor descreve a poluição dos rios.

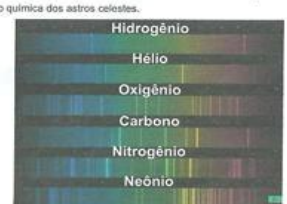
D) O autor não vê a importância da água para o planeta.

Aula 2

Aprofundando mais...

Espectro do átomo de hidrogênio. Em Física, espectro do átomo de hidrogênio é o conjunto de comprimentos de onda presentes na luz que o átomo de hidrogênio é capaz de emitir quando pula de níveis de energia. O modelo mais simples de átomo de hidrogênio é representado pelo átomo de Bohr.

Os astrônomos utilizam o espectroscópio (ver figuras) para identificar os elementos químicos presentes nos objetos, a partir do comprimento de onda específico de cada um. É também utilizado para conhecer melhor as estrelas. Com esse equipamento, os astrônomos determinam a temperatura e a composição química dos astros celestes.



Espectro dos elementos químicos



Espectrôscópio caseiro

Utilizando o espectrôscópio na visualização do espectro dos elementos químicos, particularmente do hidrogênio responda as seguintes questões:

1. Qual o instrumento que o astrônomo utiliza para verificar o espectro dos elementos químicos?
Espectrôscópio
2. Em sua opinião, cada elemento químico possui um espectro? Justifique sua resposta.
Sim
3. O espectrôscópio é um instrumento utilizado pelo astrônomo? Se sim, justifique sua resposta.
Sim, porque ele permite identificar os elementos químicos presentes em uma estrela ou planeta.

Aula 3

Observando os planetas

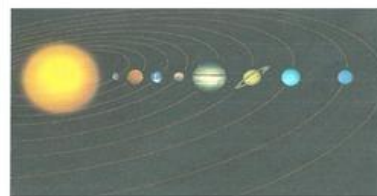


Figura 1- Sistema solar

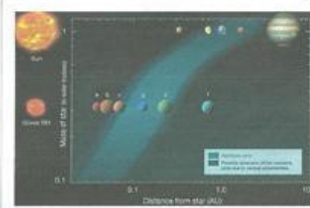


Figura 2- A zona habitável de Gliese 581 em comparação com a zona habitável do nosso Sistema Solar.

Telenôvio da NASA descobre um sistema solar com sete planetas como a Terra

Segundo pronunciamento da NASA, em todos os planetas há condições para abrigar vida.

"...uma equipe internacional de astrônomos descobriu um novo sistema solar com sete planetas do tamanho da Terra. Está a cerca de 40 anos luz de nós, orbitando em torno de uma estrela anã e fria, de um tipo de astro conhecido como "anões vermelhos". Na Disco do Protoplanetário, este tipo de astro é muito mais abundante que as estrelas como o Sol e, recentemente, se tornaram o lugar preferido pelos astrônomos para procurar planetas semelhantes à Terra onde possa ser encontrada vida, segundo explicaram os cientistas da NASA."

1. Localize a Terra e o maior planeta do sistema solar.
Terra e Júpiter
2. Com relação à figura 2 observe os exoplanetas semelhantes a Terra e veja sua localização em relação da distância do seu sol.
Distância média de 3,24
3. O que são zonas potencialmente habitáveis? O que isso significa?
Região onde a vida pode existir
4. Analise as duas figuras bem como a reportagem da NASA, e explique porque a vida pode se desenvolver em uma região potencialmente habitável.
Porque a vida pode se desenvolver em uma região potencialmente habitável.

Aula 4

Parando pra pensar

Como vimos até agora, analisando as imagens de planetas e exoplanetas, os planetas potencialmente habitáveis podem desenvolver alguma forma de vida devido a sua distância a estrela (Sol), existência de água nos seus três estados gases e temperatura. Dentro desse contexto apresentamos dentro do sistema solar o planeta Júpiter, considerado o maior planeta com 63 luas, inclusive Europa é única por si própria, apresenta-se com uma superfície gelada muito brilhante com riscos coloridos. Pensa-se que seja um mundo oceânico coberto por uma capa de gelo que protege o mar interior da adversidade do Espaço. Devido às condições existentes em seu interior, alguns cientistas julgam que lá poderá existir vida, tal como a que existe nas profundezas dos mares da Terra. Europa, juntamente com o planeta Marte, é o astro de melhor condição ambiental extraterrestre no Sistema Solar, podendo abrigar vida, existindo também uma pequena possibilidade em Titã.

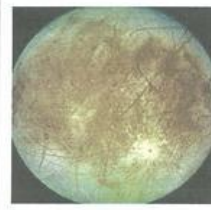


Figura 3- Europa (lua de Júpiter)

Tiã é o maior satélite natural de Saturno e o segundo maior de todo o Sistema Solar, atrás apenas de Ganimedes de Júpiter. É o único satélite que possui uma atmosfera densa e o único objeto estelar além da Terra onde já foram encontradas evidências concretas da existência de corpos líquidos estáveis na superfície. Ele foi descoberto em 1655 pelo astrônomo Christiaan Huygens, o primeiro satélite natural de Saturno descoberto e o sexto do Sistema Solar.

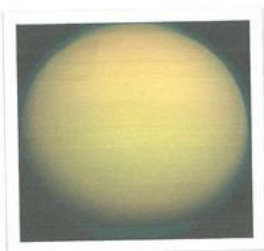


Figura 4- Tiã (lua de Saturno)

A partir das imagens responda

- 1- Analise a figura 3 e responda:
Como você poderia explicar o surgimento de vida nessa lua de Júpiter.

Devido a sua atmosfera densa e a presença de água líquida na superfície, a lua de Júpiter poderia ter condições favoráveis para o surgimento de vida.

- 2- Analise a figura 4 e responda:

Há possibilidade de evolução de vida nessa lua.

Sim, pois a lua possui uma atmosfera densa e a presença de água líquida na superfície, o que favorece a evolução da vida.

- 3- Comparando as figuras 3 e 4 cite semelhanças e diferenças entre as luas e o nosso planeta.

As figuras 3 e 4 mostram luas com atmosferas densas e a presença de água líquida na superfície, o que as torna semelhantes ao nosso planeta. No entanto, elas não possuem vida.

- 4- Interpretando as imagens 3 e 4 pode se dizer que são potencialmente habitáveis para a vida?

Sim, pois a lua possui uma atmosfera densa e a presença de água líquida na superfície, o que favorece a evolução da vida.

Tiã é o maior satélite natural de Saturno e o segundo maior de todo o Sistema Solar, atrás apenas de Ganimedes de Júpiter. É o único satélite que possui uma atmosfera densa e o único objeto estelar além da Terra onde já foram encontradas evidências concretas da existência de corpos líquidos estáveis na superfície. Ele foi descoberto em 1655 pelo astrônomo Christiaan Huygens, o primeiro satélite natural de Saturno descoberto e o sexto do Sistema Solar.

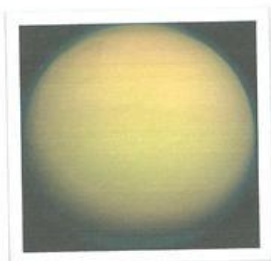


Figura 4- Tiã (lua de Saturno)

A partir das imagens responda

- 1- Analise a figura 3 e responda:
Como você poderia explicar o surgimento de vida nessa lua de Júpiter.

Devido a sua atmosfera densa e a presença de água líquida na superfície, a lua de Júpiter poderia ter condições favoráveis para o surgimento de vida.

- 2- Analise a figura 4 e responda:

Há possibilidade de evolução de vida nessa lua.

Sim, pois a lua possui uma atmosfera densa e a presença de água líquida na superfície, o que favorece a evolução da vida.

- 3- Comparando as figuras 3 e 4 cite semelhanças e diferenças entre as luas e o nosso planeta.

As figuras 3 e 4 mostram luas com atmosferas densas e a presença de água líquida na superfície, o que as torna semelhantes ao nosso planeta. No entanto, elas não possuem vida.

- 4- Interpretando as imagens 3 e 4 pode se dizer que são potencialmente habitáveis para a vida?

Sim, pois a lua possui uma atmosfera densa e a presença de água líquida na superfície, o que favorece a evolução da vida.

AULA 5

Sintetizando

Após a realização as atividades das aulas do 1 ao 4 poderemos, agora realizar uma atividade de síntese. Isso significa que cada aluno poderá rever o que fez e aprendeu e construir uma explicação para uma questão a ser respondida. Há vida lá fora? Reveja a letra da música Planeta água, verifique os novos exoplanetas descobertos pela NASA, nas quais alguns têm presença de água, que tipos de organismos poderiam ser encontrados. Discuta em grupo e individualmente elabore um texto dissertativo mencionando os seus conhecimentos adquiridos durante as aulas e atividades.

Elaboração do texto

Como sempre podemos
nos lembrar

Bibliografia

Arantes G. Planeta água, 1997.

www.astro.usp.br/~astro/exoplanetas/exoplanetas.htm

www.cienciaeviva.pt/img/upload/Astrobiologia_Tema%200.pdf

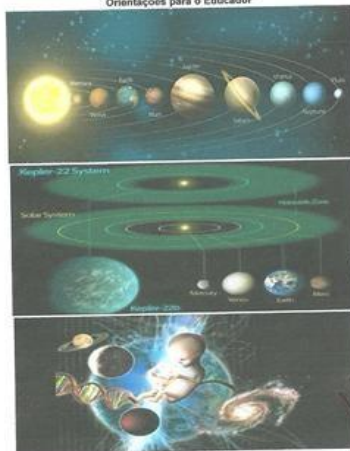
<http://www.fsc.usp.br/~donosofospectroscoopia/historia.pdf>

http://brasil.elpais.com/brasil/2017/02/22/ciencia/1487783042_037999.html

Almeida

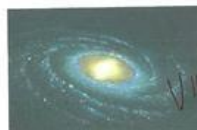
Astrobiologia
Há vida lá fora?
Caderno do aluno,
E

Orientações para o Educador



Aula 1

Um olhar para essas figuras



Você observa que estamos nos localizando no universo.



Quando partimos para observarmos nosso planeta, Terra, verificamos que ele está inserido dentro de um contexto maior no universo.



Nas próximas aulas vamos observar bem o nosso endereço e, baseados em conhecimentos de astronomia e de seres vivos iremos formular hipóteses e explicações de condições de surgimento da vida.

Primeiras ideias

Para organizarmos nossas ideias sobre o tema que estamos estudando vamos registrá-las respondendo as questões abaixo.

1. Observe as fotografias da página anterior. O que elas representam pra você?

Mostra o sistema solar e o quanto a água é importante

2. Em sua opinião, por que há vida em um planeta e em outros não há?

Porque na terra há elementos para haver vida.

3. Escolha um título para cada fotografia.

1-Sistema Solar 2-Planetas 3-Vida 4-Via Láctea 5-Universo 6-Água

4. Você já ouviu falar sobre astrobiologia?

Sim

5. Se já ouviu falar, onde foi que ouviu? Rádio, tv, Cinema, escola, Internet, jornais, etc.

TV

6. Se existirem seres vivos em outros planetas como você imagina que eles seriam? Use o espaço abaixo para desenhá-los.



7. Na sua opinião, quais elementos que esses seres utilizariam para a sua sobrevivência?

Água

Vamos ouvir uma música

Preste atenção na música e acompanhe sua execução lendo a letra.

Planeta Água

Guilherme Arantes

Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população
Águas que caem das pedras no vau das cascatas, ronco de trovão
E depois dormem tranquilas no leito dos lagos, no leito dos lagos

Água dos igarapés, onde lara, a mãe d'água é misteriosa canção
Água que o sol evapora, pro céu vai embora, virar nuvem de algodão
Gotas de água da chuva, alegre arco-íris sobre a plantação
Gotas de água da chuva, tão tristes, são lágrimas na inundação
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água
Água que nasce na fonte serena do mundo

E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra
Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água.

Agora que você ouviu a música leia e interprete esse texto na qual o elemento químico hidrogênio, é o átomo mais abundante do Universo.

O elemento químico mais abundante no Universo é o hidrogênio (H). Estima-se que ele constitua 75% da massa de toda matéria e que representa 93% dos átomos do cosmo. Ele é também o elemento químico mais simples e mais leve, com apenas um próton no núcleo e um elétron em sua eletrosfera.

Telescópio da NASA descobre um sistema solar com sete planetas como a Terra

Segundo pronunciamento da NASA, em todos os planetas há condições para abrigar vida

"...uma equipe internacional de astrônomos descobriu um novo sistema solar com sete planetas do tamanho da Terra. Está a cerca de 40 anos luz de nós, orbitando em torno de uma estrela anã e fria, de um tipo de astro conhecido como "anãs vermelhas". Na Via Láctea, este tipo de astro é muito mais abundante que as estrelas como o Sol e, recentemente, se tornaram o lugar preferido pelos astrônomos para procurar planetas semelhantes à Terra onde possa ser encontrada vida, segundo explicaram os cientistas da NASA."

1. Localize a Terra e o maior planeta do sistema solar.

Terra é o quinto planeta do sistema solar

2. Com relação à figura 2 observe os exoplanetas semelhantes a Terra e veja sua localização em relação da distância do seu sol.

Os 5 são habitáveis

3. O que são zonas potencialmente habitáveis? O que isso significa?

São zonas que podem ter habitabilidade

4. Analise as duas figuras bem como a reportagem da NASA, e explique porque a vida pode se desenvolver em uma região potencialmente habitável.

Por causa da água, da presença da atmosfera e da vida.

Aula 4

Parando pra pensar

Como vimos até agora, analisando as imagens de planetas e exoplanetas, os planetas potencialmente habitáveis podem desenvolver alguma forma de vida devido a sua distância a estrela (Sol), existência de água nos seus três estados gases e temperatura. Dentro desse contexto apresentamos dentro do sistema solar o planeta Júpiter, considerado o maior planeta com 63 luas, inclusive Europa é única por si própria, apresenta-se com uma superfície gelada muito brilhante com riscos coloridos. Pensa-se que seja um mundo oceânico coberto por uma capa de gelo que protege o mar interior da adversidade do Espaço. Devido as condições existentes em seu interior, alguns cientistas julgam que lá poderá existir vida, tal como a que existe nas profundezas dos mares da Terra. Europa, juntamente com o planeta Marte, é o astro de melhor condição ambiental extraterrestre no Sistema Solar, podendo abrigar vida, existindo também uma pequena possibilidade em Titã.

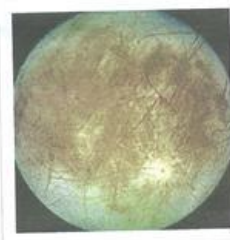


Figura 3 - Europa (lua de Júpiter)

Tiã é o maior satélite natural de Saturno e o segundo maior de todo o Sistema Solar, atrás apenas de Ganimedes de Júpiter. É o único satélite que possui uma atmosfera densa e o único objeto estelar além da Terra onde já foram encontradas evidências concretas da existência de corpos líquidos estáveis na superfície. Ele foi descoberto em 1655 pelo astrônomo Christiaan Huygens, o primeiro satélite natural de Saturno descoberto e o sexto do Sistema Solar.

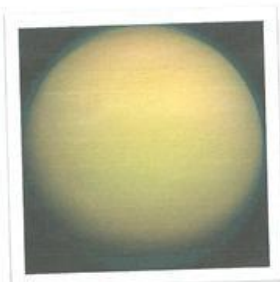


Figura 4: Tiã (lua de Saturno)

A partir das imagens responda

- 1- Analise a figura 3 e responda:
Como você poderia explicar o surgimento de vida nessa lua de Júpiter.

na quantidade de água
que ela tem

- 2- Analise a figura 4 e responda:

Há possibilidade de evolução de vida nessa lua.

sim porque tem água

- 3- Comparando as figuras 3 e 4 cite semelhanças e diferenças entre as luas e o nosso planeta.

a nossa lua não tem água
as outras luas tem água

- 4- Interpretando as imagens 3 e 4 pode se dizer que são potencialmente habitáveis para a vida?

são porque tem água

AULA 5

Sintetizando

Após a realização as atividades das aulas do 1 ao 4 poderemos, agora realizar uma atividade de síntese. Isso significa que cada aluno poderá rever o que fez e aprendeu e construir uma explicação para uma questão a ser respondida. Há vida lá fora? Revêja a letra da música Planeta água, verifique os novos exoplanetas descobertos pela NASA, nas quais alguns têm presença de água, que tipos de organismos poderiam ser encontrados. Discuta em grupo e individualmente elabore um texto dissertativo mencionando os seus conhecimentos adquiridos durante as aulas e atividades.

Elaboração do texto

há vidas sim em
outro planeta
Porém
não
desenvolvidas.

Bibliografia

Arantes G. Planeta água, 1997.

www.astro.iag.usp.br/~syrio/exoplanetas/planetas.htm

www.cienciaviva.pt/img/upload/Astrobiologia_Tema%203.pdf

<http://www.ifsc.usp.br/~donoso/besped/psocopia/historia.pdf>

http://brasil.eleas.com/brasil/2017/02/22/ciencia/1487783042_037999.html

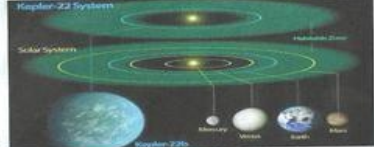
Astrobiologia

Há vida lá fora?

Caderno do aluno
E
Orientações para o Educador



Sistema Solar



Vida



Aula 1

Um olhar para essas figuras



Você observa que estamos nos localizando no universo.
Via Láctea



Quando partimos para observarmos nosso planeta, Terra, verificamos que ele está inserido dentro de um contexto maior no universo.



Nas próximas aulas vamos observar bem o nosso endereço e, baseados em conhecimentos de astronomia e de seres vivos iremos formular hipóteses e explicações de condições de surgimento da vida.

Água

Primeiras ideias
Para organizarmos nossas ideias sobre o tema que estamos estudando vamos registrá-las respondendo as questões abaixo.

- Observe as fotografias da página anterior. O que elas representam pra você?
SISTEMA SOLAR, A TERRA
- Em sua opinião, por que há vida em um planeta e em outros não há?

- Escolha um título para cada fotografia.

- Você já ouviu falar sobre astrobiologia?
Não
- Se já ouviu falar, onde foi que ouviu? Rádio, tv, Cinema, escola, Internet, jornais, etc.
Nunca ouviu falar
- Se existirem seres vivos em outros planetas como você imagina que eles seriam? Use o espaço abaixo para desenhá-los.

- Na sua opinião quais elementos que esses seres utilizariam para a sua sobrevivência?
oxigênio e oxigênio

Vamos ouvir uma música

Preste atenção na música e acompanhe sua execução lendo a letra

Planeta Água
Guilherme Arantes

Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população
Águas que caem das pedras no vau das cascatas, ronco de trovão
E depois dormem tranquilas no leito dos lagos, no leito dos lagos

Água dos igarapés, onde lara, a mãe d'água é misteriosa canção
Água que o sol evapora, pro céu vai embora, virar nuvem de algodão
Gotas de água da chuva, alegre arco-íris sobre a plantação
Colas de água da chuva, tão finetas, são lágrimas na inundação
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água
Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra
Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água

Agora que você ouviu a música leia e interprete esse texto no qual o elemento químico hidrogênio, é o átomo mais abundante do Universo.

O elemento químico mais abundante no Universo é o hidrogênio (H). Estima-se que ele constitui 75% da massa de toda matéria e que representa 93% dos átomos do cosmo. Ele é também o elemento químico mais simples e mais leve, com apenas um próton no núcleo e um elétron em sua eletrosfera.